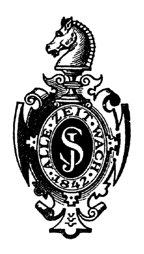
# Das Energiewirtschaftsproblem in Bayern

Eine technisch-wirtschaftlich-statistische Studie

Von

**Dr.-Ing. Otto Streck**
Diplom-Ingenieur

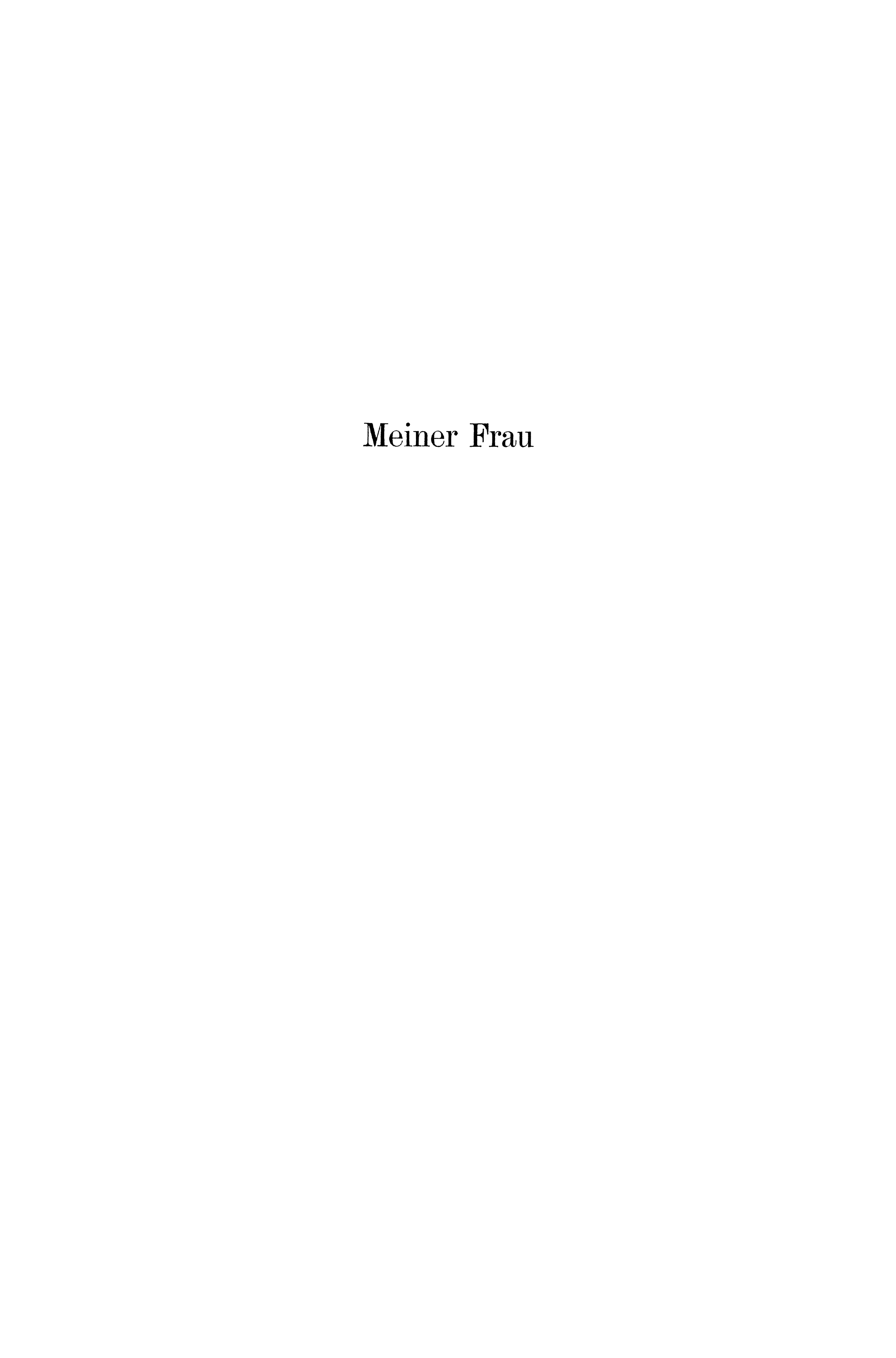
Mit 23 Textabbildungen



**Berlin**
Verlag von Julius Springer
1923

ISBN-13:978-3-642-90443-1 e-ISBN-13:978-3-642-92300-5
DOI: 10.1007/978-3-642-92300-5


Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1923



Meiner Frau

# Vorwort.

Für die großzügige Erschließung von Wasserkräften, welche im rechtsrheinischen Bayern nach dem Kriegsende einsetzte und seinem Wirtschaftsleben das charakteristische Gepräge gab, war eine der Haupttriebfedern der seit dem Kriege herrschende und durch die Feindbunddiktate verstärkte Kohlenmangel. Die volkswirtschaftliche Überlegung, daß mit jeder hydroelektrischen Kilowattstunde 1 kg Ruhrkohle und mehr eingespart werden könne, daß sich also beim Ausbau unserer bayerischen Wasserkräfte viele Millionen Tonnen Kohle Jahr für Jahr der Volkswirtschaft des Landes erhalten lassen, gab dem Rufe nach Wasserkrafterschließung immer neue Impulse. Und so wurden denn auch große Wasserkraftanlagen in Südbayern in den letzten Jahren in Angriff genommen; einige davon sind fertiggestellt und liefern bereits Energie an das Gewerbe.

Vermögen diese neuerschlossenen Energiequellen nun allen derzeitig vorhandenen Bedürfnissen an Energie des bayerischen Wirtschaftslebens zu genügen? Vermögen sie insbesondere so viel Kohlenenergie zu ersetzen, daß sie die Sorge für die Herbeischaffung der bislang notwendigen Kohlenmengen zunächst vollkommen bannen? Die Beantwortung dieser Fragen wurde in der vorliegenden Studie versucht. Die Anregung hierzu verdanke ich meinem hochverehrten Chef, Herrn Oberbaudirektor o. Professor C. Dantscher. Für diese angeregte Untersuchung war die Problemstellung zunächst allerdings enger begrenzt, indem nur das hydroelektrische Energiebedürfnis ermittelt werden sollte, welches sich ergibt, wenn das rechtsrheinisch bayerische Gewerbe von der Kohlenenergiebasis auf Wasserkraftenergie umgestellt wird, und welche Kohlenersparnis daraus für das Land resultiert.

Der Wunsch, im Anschluß an diese Untersuchung auch noch die übrigen Energieverbraucher zu erfassen, um hierdurch zu einem abgerundeten Bild über die energiewirtschaftlichen Bedürfnisse Bayerns rechts des Rheins zu kommen, führte dann zu den Untersuchungen über die Energiebedürfnisse für Licht, für die landwirtschaftlichen Maschinen, für die Bahnelektrisierung und für die elektrochemischen und -metallurgischen Betriebe.

Leider zwangen die erheblichen Druckkosten dazu, von der Veröffentlichung des zur Durchführung der Untersuchung erstellten umfangreichen Tabellenwerks über die installierten Kraftmaschinenleistungen in den einzelnen Gewerbe-

arten und über deren Auswertung für die Studie Abstand zu nehmen, statt dessen nur die jeweils zusammengefaßten Ergebnisse aufzuführen.

Die außerordentliche Vielfältigkeit der Faktoren, welche in ihrer Gesamtheit das Energiewirtschaftsproblem bilden, mag zusammen mit den derzeitigen undurchsichtigen und pendelnden wirtschaftlichen und politischen Verhältnissen die Zahlenergebnisse da und dort mit einer gewissen Unsicherheit behaftet erscheinen lassen. An den Proportionen der Zahlenergebnisse zueinander wird dadurch aber wenig geändert, solange sich diese nur auf eine kurze Spanne Zeit beziehen. Dem wurde in der Untersuchung aber Rechnung getragen. Das Leitmotiv der Untersuchung war das Streben nach Objektivität, ihr Ziel, in einem ersten Anlaufe den Versuch zu machen, zahlenmäßige Grundlagen für die Energiewirtschaftspolitik und für eine Energiewirtschaftsstatistik bereitzustellen und solcherart am Wiederaufbau des Vaterlandes, der geliebten Heimat tätigen Anteil zu nehmen.

Ich folge einem Bedürfnis, wenn ich meinem hochverehrten Chef, Herrn Oberbaudirektor o. Professor C. Dantscher, Herrn o. Professor Dr. H. Dorn, meinem hochgeschätzten Lehrer und Berater im volkswirtschaftlichen Seminar der Technischen Hochschule München (woselbst ein großer Teil der Studie im Januar 1922 vorgetragen wurde), sowie Herrn Geheimrat o. Professor Prinz für das lebhafte Interesse, das sie meiner Arbeit entgegenbrachten, und für ihre wertvollen Winke und Anregungen auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank ausspreche. Ebenso drängt es mich, dem Verlag Julius Springer in Berlin für die Bereitwilligkeit, unter den heutigen erschwerten Verhältnissen den Verlag meiner Studie zu übernehmen, und für die große Sorgfalt bei der Drucklegung bestens zu danken.

München, im Mai 1923.

**O. Streck.**

# Inhaltsverzeichnis.

Seite

A. Die Ursachen der Kohlennot Bayerns und die Mittel zu deren Behebung unter dem Gesichtswinkel seiner Gesamtenergiewirtschaft . . . 1

B. Die Umstellung der Kohlenbetriebe auf Wasserstromenergie im Gewerbe des rechtsrheinischen Bayern . . . 7

I. Das benutzte statistische Material und seine Wertung . . . 7

1. Allgemeines über die Kriegszählung der gewerblichen Betriebe vom 15. August 1917 . . . 7
2. Kriterium der Maschinen-, Kohlen- und Stromverbrauchsstatistik im besonderen . . . 9

II. Die technisch-wirtschaftlichen Bedingungen für die Umstellung von Kohlenenergie auf hydroelektrische Energie . . . 11

1. Wechselbeziehungen zwischen Technik und Wirtschaft . . . 11
2. Schwierigkeiten bei Aufstellung der technisch-wirtschaftlichen Grenzbedingungen für die Umstellung bei Berücksichtigung betriebsindividueller Gesichtspunkte . . . 14
3. Generelle Gesichtspunkte für die Erfassung der umstellbaren Betriebe . . . 16

a) Die Tendenzen der Energieerzeugungskosten für Wärmekraft und Wasserkraft in ihrer Auswirkung auf derzeitige Verhältnisse . . 16
b) Die Wärmeerzeugung aus Kohle und aus Elektrizität . . . 19
c) Die Wirkungsgrade bei Benutzung der Kohlen- und hydroelektrischen Energie . . . 21
d) Zusammenfassung und Schlußfolgerung . . . 24

III. Die spezielle Aufbereitung des statistischen Materials . . . 26

1. Übersicht über die gewerblichen Kraftmaschinenbetriebe nach Zahl, Standort und Leistungsfähigkeit in Bayern . . . 26
2. Über das statistische Schlüsselmaterial und seine Verwendung . . 29
3. Zergliederung des Gewerbeschemas in umstellbare, teilweise und nichtumstellbare Gewerbearten . . . 32
4. Die Grundlagen für die Ermittlung der Kohlenersparnis und des elektrischen Energiebedarfs als Folge der Umstellung der Dampfkraftmaschinen:

a) Kohlenverbrauch pro Pferdekraftstunde . . . 53
b) Strombedarf pro umzustellendes Dampfkilowatt . . . 56

5. Zusammenstellung der Energiebilanz für das bayerische Gewerbe und die Wertung des Ergebnisses . . . 61

C. Über den hydroelektrischen Energiebedarf für sonstige Zwecke 73

1. Lichtstrombedarf . . . 73
2. Landwirtschaftlicher Kraftstrombedarf . . . 82
3. Elektrochemische und elektrometallurgische Industrie . . . 88
4. Elektrisierung der Bahnen . . . 94

D. Zusammenfassende Betrachtung über die Ergebnisse der Untersuchung . . . 97

1. Beziehung zwischen hydroelektrischem Energiebedarf und derzeitigem Wasserkraftausbau . . . 97
2. Folgerungen für das bayerische Kohlenproblem . . . 104

# A. Die Ursachen der Kohlennot Bayerns und die Mittel zu deren Behebung unter dem Gesichtswinkel seiner Gesamtenergiewirtschaft.

Zu den akuten Fragen innerhalb der bayerischen Wirtschaft, welche das besonders lebhafte Interesse der breiten Öffentlichkeit in der letzten Zeit in Anspruch genommen haben und heute noch in Anspruch nehmen, müssen das Kohlenproblem, die Frage des Ausbaues seiner Wasserkräfte und die Schaffung einer bayerischen Großschiffahrtsstraße gezählt werden. Bei der Erörterung dieser Probleme in den Tagesblättern, Fachzeitungen und Druckschriften kommen nicht nur Meinungen zu Wort, die auf Grund wissenschaftlicher Überzeugung divergieren, sondern auch die verschiedenen Auffassungen gegensätzlicher Interessengruppen. Will man über die Bedeutung dieser Fragen für das bayerische Wirtschaftsleben ein Bild gewinnen, aus dem sich ein unbeeinflußtes, selbständiges Urteil herauskristallisieren soll, dann wird man in erster Linie den Ursachen nachspüren, welche zur Stellung genannter Probleme geführt haben. Diese wurzeln nun zu einem guten Teil in den natürlichen Beziehungen der bayerischen Wirtschaft.

Bayern ist arm an Mineralschätzen, insbesondere an hochwertigen Kohlen, dem Brot der Industrie. Um seinen Bedarf an dem so notwendigen Roh- und Brennstoff Kohle zu decken, mußte es z. B. im Jahre 1907 5,6 Millionen Tonnen Stein- und Braunkohlen von außerbayerischen Revieren einführen, im Jahre 1912 bereits 6,6 Millionen Tonnen. Diese eingeführte Kohle wurde empfindlich verteuert durch die hohen Eisenbahnfrachten mangels billigeren Wassertransportes. Während der Zentner Steinkohle vor dem Kriege in Ludwigshafen 1,27 Mark kostete, stellte er sich in München auf 1,44 Mark, in Nürnberg auf 1,76 Mark. Im Vergleich dazu kostete die Kohle je nach Qualität in Breslau 0,70—0,93 Mark, in Dortmund 0,53—0,64 Mark, in Saarbrücken 0,60—0,65 Mark[1]. Die Einsparung bei Wasserfracht gegenüber Bahnfracht berechnete Steller[2]) bei Kohle auf 40—45 % für Nürnberg, auf 15—20 % für Augsburg und München, wobei in Ingolstadt Umschlag angenommen ist. Eheberg[3]) hat kaum zu hoch gerechnet, wenn er den Mehraufwand der bayerischen Industrie- und Verkehrsunternehmungen für Kohlenversorgung im Verhältnis zu den rheinländischen Preisen auf 50—60 Millionen Mark pro Jahr bezifferte. Betrug doch beispielsweise im Jahre 1907 der Kohlenimport 61,1 % der damaligen Gesamtgütereinfuhr Bayerns.

---

[1]) D. Jul. Luebeck: Die wirtschaftliche Entwicklung Bayerns und die Verwaltung von Handel, Industrie und Gewerbe. München u. Leipzig 1919.

[2]) Steller: Der wirtschaftliche Wert einer bayerischen Großschiffahrtsstraße. München 1908.

[3]) K. Th. v. Eheberg: Bayerns wirtschaftliche Entwicklung in den letzten 25 Jahren. Jahrg. 1911 der Annalen des Deutschen Reiches.

Diese ungünstigen natürlichen Bedingungen der bayerischen Wirtschaft erfuhren eine erhebliche Verschärfung durch seine ungünstige verkehrsgeographische Lage zum Reich, insbesondere zu dessen Kohlenproduktionszentren. „Worin wir im Nachteil sind, das sind die hohen Fracht- und Kraftkosten, die von vielen Seiten ziffernmäßig nachgewiesen sind und die ersehen lassen, wie hoch damit unsere Industrie im Rückstand und mehr belastet gegen die der anderen Bundesstaaten ist. Hier muß der Ausbau unserer Wasserstraßen, die Ausnutzung unserer Wasserkräfte einsetzen, um uns durch die notwendige Tarifverbilligung neben einer leistungsfähigen Großindustrie auch die Beschaffung eines lebensfähigen Mittelgewerbes und Handwerkes zu sichern. In diesen Punkten kristallisiert sich gewissermaßen die ganze bayerische Wirtschaftspolitik, soweit sie von höherer Warte aus betrachtet und beurteilt wird“ (Schrepfer[1]). Immerhin war die Kohle zur Vorkriegszeit in der gewünschten Menge und Sorte in Bayern zu haben, dessen Kohlennot also lediglich eine relative in bezug auf das Reich.

Auf dieses primäre Kohlenproblem hat sich durch den Krieg und insbesondere durch die Geschehnisse der Nachkriegszeit gewissermaßen ein von dem ersten wesensverschiedenes sekundäres Kohlenproblem gelagert. Es ist charakterisiert durch einen absoluten Kohlenmangel des Deutschen Reiches, dessen zeitliche Dauer man heute nicht zu übersehen vermag, da sie von technischen, wirtschaftlichen und politischen Faktoren abhängt. Als Beispiel für das Mißverhältnis zwischen Kohlenbedarf und Deckung in Bayern im Kriegsjahr 1918 sei auf die Darlegungen Geh. Rats Prof. Prinz in seinem Vortrag „Die Kohlenfrage für Bayern“ verwiesen, wonach damals nur 13,5 % der Zufuhr des Gesamtbrennstoffbedarfes im rechtsrheinischen Bayern gedeckt wurde. Diese Schwierigkeiten in der Versorgung mit Brennstoffen führten bekanntlich im Februar 1917 zur Zwangsbewirtschaftung der Brennstoffe, die heute noch mit geringen Lockerungen fortbesteht.

Die Steigerung der Nöte für Industrie und Gewerbe, für Eisenbahn und Hausbrand als Folge dieses absoluten Kohlenmangels drängte — allerdings in einer Zeit undurchsichtigster Verhältnisse auf dem Arbeits-, Material- und Kapitalmarkt — zur Beschreitung jener Wege, die, zunächst rein technisch genommen, zur Beseitigung der Not oder wenigstens zu ihrer Linderung in erster Linie geeignet erschienen. Diese Wege ergeben sich als logische Folge der vorstehend geschilderten Verhältnisse. Sie decken sich mit der Forderung nach einer leistungsfähigen Wasserstraße vom Rhein durch Bayerns nördliche Industriezentren hindurch nach Süden, und ferner mit der Forderung nach einer weitschauenden, gesunden Energiewirtschaft, welche schwarze Kohle nur überall da und dann ökonomisch verwendet, wo ein Ersatz durch weiße Kohle, also durch Wasserkräfte, nicht in Frage kommen kann.

Es wird in dieser Abhandlung davon Abstand genommen, alle die Ursachen näher zu untersuchen, welche die Ausnutzung der zahlreichen und großen Wasserkräfte vor allem im Süden Bayerns bis vor kurzem trotz der Kohlenknappheit hemmten. Zur Skizzierung dieser Ursachen sollen hier lediglich einige Zitate aufgeführt werden.

Der verstorbene Landtagsabgeordnete Osel sagte am 14. März 1917 im Landtag[2]: „Wenn wir hier von Neuschaffung und Förderung der Industrie

[1]) Vgl. Stenogr. Bericht d. Kammer d. Abgeord. vom 5. 12. 1913 (193. Sitzg.).
[2]) Vgl. Heinr. Osel: Zur Entwicklung von Bayerns Industrie und Handel, S. 7. Diessen v. München 1917.

reden, so kann wohl kein Zweifel darüber sein, daß es uns nicht einfällt, zu verlangen, Bayern soll ein Industriestaat werden. Wir sind ein Nahrungsmittelspeicher für das Reich, dank unserer intensiven landwirtschaftlichen Kleinwirtschaft, und das müssen wir bleiben.“

Zivilingenieur Joh. Hallinger führt in seiner Druckschrift „Bayerns Wasserkräfte und Wasserwirtschaft“ vom Oktober 1918[1]) folgende Hindernisse allgemeiner Art an, welche nach seiner Ansicht „nicht oder nur teilweise beseitigt werden können und welche insbesondere nach wie vor als Erschwernisse für Krafterschließung durch die Großindustrie wirken:

1. Die Hindernisse sind begründet in der Lage unserer Kraftquellen an der Südgrenze unseres deutschen Wirtschaftsgebietes und in der weiten Entfernung vom Absatzgebiet ihrer Erzeugnisse;

2. im Mangel billiger Verfrachtung für Rohstoffe und Erzeugnisse, vor allem im Fehlen der Wasserstraßen und Verschiffungsgelegenheiten und

3. im Streben des Großkapitals, mit geringsten Anlagekosten in kürzester Zeit den größten Gewinn zu erzielen, wofür sich vorzugsweise die Wärmekraft, weit weniger aber die Wasserkraft mit ihren hohen Anlagekosten eignet.“

Bezüglich des Walchenseewerkes im besonderen schreibt o. Prof. Dantscher in der „Wasserkraft“[2]) „. . . vor allem fand man aus wirtschaftlichen Erwägungen nicht den Entschluß, an den Ausbau des in der Öffentlichkeit so viel erörterten Walchenseewerkes heranzugehen.“

Die Ursachen, welche den Ausbau unserer Wasserkräfte bis in die jüngste Zeit hemmten, waren nach obigen Auffassungen demnach einmal politischer Natur, entsprangen weiterhin Standortsproblemen und nicht zuletzt wirtschaftlichen Erwägungen. Ob und inwieweit diese Hemmungen und ihre Ursachen heute noch wirksam sind, darüber wird im Verlauf der Untersuchung noch einiges zu sagen sein. Zunächst soll wieder an die früher erwähnten drei Wege zur Lösung des bayerischen Kohlenproblems, im weiteren Sinne seines Energiewirtschaftsproblemes überhaupt, angeknüpft werden. Da interessiert nun vor allem die Frage, inwiefern diese Wege bereits beschritten sind und wie weit man auf ihnen vorwärts gekommen ist.

Die bayerische Großschiffahrtsfrage soll mit dem Rhein-Main-Donaukanal ihre Lösung finden. Das bayerische Kanalbauamt verficht gegenwärtig die Linienführung, welche das Maindreieck bei Ochsenfurt-Marktbreit-Kitzingen durch die Werrataltrasse abschneidet und damit 75 km an Kanallänge einspart, die ferner im weiteren Verlauf von Nürnberg über Beilngries führt und die Donau bei Kehlheim erreicht. Das für den Schiffahrtsbetrieb des Kanals notwendige Speisewasser von rund 6 cbm/sek.[3]) wird dem Lech bei Meitingen entnommen und in einem besonderen, 89 km langen Zubringer mit natürlichem Gefälle der Scheitelhaltung des Kanals bei Hilpoltstein zugeführt. In diesem Zubringer werden aber weitere 25 cbm/sek.[3]) als ständige Mindestwassermenge zur Kraftgewinnung vom Lech zum Kanal und damit in das tiefergelegene Maingebiet geleitet. Bei höheren Wasserständen des Lech und der Donau kann die Kraftwasserentnahme aus dem Lech von 25 cbm/sek. bis auf 75 cbm/sek.[3]) steigen, insoweit dadurch in der Donau unterhalb Regensburg die Mindestwassertiefe von 2,0 m nicht unterschritten wird. Dadurch wird der Schiffahrtsweg

[1]) Vgl. Joh. Hallinger: Bayerns Wasserkräfte und Wasserwirtschaft, S. 9. Diessen v. München 1918.

[2]) Vgl. Die Wasserkraft, Zeitschr. f. d. ges. Wasserwirtschaft. München, Juni 1921, Ausstellungsnummer, S. 16.

[3]) Nach dem Projekt vom Sommer 1921.

Rhein-Main-Donau gleichzeitig zur Großkraftwasserstraße. Im Zuge derselben lassen sich in 33 Kraftwerken etwa 245000 PS. mittlere Jahresleistung gewinnen. Die verfügbare Gesamtjahresarbeit einschließlich der Spitzenkraftwerke beträgt 1442 Millionen KWh.

Vom Standpunkt des bayerischen Kohlenproblems aus betrachtet, rückt diesem das Rhein-Main-Donau-Kanalprojekt gleich von zwei Seiten aus zu Leibe: es will die Kohlenenergie durch Ermäßigung der Frachten verbilligen, also die wirtschaftlichen Entfernungen verkürzen und damit die Standortfrage günstig beeinflussen; gleichzeitig will es dem Lande neue Energiequellen erschließen, indem es dem bayerischen Wirtschaftsleben „weiße“ Kohle in großen Mengen darbietet und so die Kohleneinfuhr entlastet.

Auf den obengenannten Kraftgewinn stützt sich das Rhein-Main-Donau-Kanalprojekt nun in wirtschaftlicher Hinsicht, indem hauptsächlich der Erlös aus dem verkauften Strom das Unternehmen tragen soll. Die gesamten Baukosten (ohne Bauzinsen) für den Kanal Aschaffenburg-Passau einschl. Zubringer, aber ohne obere Donau, wurde im Sommer 1921 mit 8,49 Milliarden Mark genannt, wovon auf die Schiffahrt 6,32 Milliarden Mark, auf die Kraftgewinnung 2,62 Milliarden Mark entfallen. Die gesamten laufenden Kosten für Unterhaltung und Betrieb, jedoch ohne Verzinsung wurden zu 129,7 Millionen Mark ermittelt. Auf die Schiffahrt treffen davon rund 79 Millionen Mark, auf die Kraftgewinnung 50,7 Millionen Mark. Bei einem Verkaufspreis von 0,50 Mark für die Kilowattstunde ab Schalttafel im Werk werfen die Kraftwerke einen Jahresertrag von 721 Millionen Mark ab, wobei restloser Absatz der mit der schwankenden Wasserführung inkonstant anfallenden Strommengen von 1442 Millionen KWh. vorausgesetzt ist. Als Rohüberschuß verbleiben dann 721,0—129,7 = 591,3 Millionen Mark. Dieser Rohüberschuß würde einer Gesamtverzinsung und Tilgung des Anlagekapitals mit 6,61 % entsprechen.

Die Aufbringung der Kapitalien für den Bau ist in Form des gemischtwirtschaftlichen Unternehmens gedacht. Der finanziellen Abhängigkeit des ganzen Unternehmens von Stromerzeugung und Stromverbrauch passen sich naturgemäß die vertraglichen Rechte der Gesellschaft und das Bauprogramm an. In erster Linie sollen Main und Donau als Hauptenergieträger, dann die Kanalstrecken Bamberg-Nürnberg, sowie der Lechzubringer erbaut werden. Vom Tempo des Anwachsens der Erträgnisse aus diesen Teilstrecken hängt dann der Zeitpunkt der Inangriffnahme des von Nürnberg zur Donau führenden Reststückes ab[1]).

Zunächst ist leicht einzusehen, daß die Einflußsphäre des Kanals, vom Standpunkt des Kohlenproblems aus betrachtet, nicht intensiv genug nach Südbayern hineinreicht, solange das bezüglich der Großwasserstraße wichtigste Mittelstück Nürnberg-Donau fehlt. Denn solange wird sein Einfluß auf die Kohlenfrachtpreise für Oberbayern und Schwaben in engen Grenzen gehalten sein. Zusammenfassend erhellt aus Vorstehendem, daß es sich bei dem Rhein-Main-Donau-Kanal — wenigstens solange das besagte Verbindungsstück Nürnberg-Kehlheim fehlt — von der Warte der Energiewirtschaft aus besehen überwiegend um ein gewaltiges Wasserkraftunternehmen handelt. Zur Betonung dieser Tatsache soll das Gesamtbild über die übrigen Wasserkraftanlagen Bayerns gleich hier angereiht werden.

---

[1]) In Angriff genommen wurden bis zum Frühjahr 1923 die Kachletstufe bei Passau und die Stufe bei Viereth a. M. (bei Bamberg) (beides Kraft- und Schleusenanlagen). Fertiggestellt ist bereits das Kraftwerk Untere Mainmühle in Würzburg.

Dem Ersatz der „schwarzen" Kohle durch „weiße" Kohle dienten in Bayern bislang über 8000 Wasserkraftanlagen, meist Kleinwasserkräfte, mit einer mittleren Gesamtleistung von rund 260000 PS., entsprechend einer Jahresarbeit von etwa 700 Millionen KWh. Im Ausbau begriffen sind zur Zeit rund 500000 PS. Maschinenleistung einschließlich etwa 20000 PS. an Kleinwasserkräften mit einer Jahresleistung von 1,5 Milliarden KWh.[1]). In Bauvorbereitung (wasserpolizeiliche Behandlung) sind allein an Kleinwasserkräften weitere rund 22000 PS. mit etwa 63 Millionen KWh.

Es erhöht sich demnach die der bayerischen Wirtschaft in den nächsten Jahren zur Verfügung stehende hydroelektrische Energie von 700 Millionen KWh. auf über 2 Milliarden KWh. ohne Rhein-Main-Donau-Kanal, und auf über 3,4 Milliarden KWh., also nahezu auf das 5fache der bisherigen Erzeugung, wenn die Kraftwerke längs der Großwasserstraße erstellt sind.

Um diese gewaltigen Energiemengen, insbesondere jene der Niederdruckgroßwasserkräfte mit ihren schwankenden Leistungen als Folge der schwankenden Wasserführung weitesten Verbraucherkreisen tunlichst konstant zur Verfügung zu stellen, sucht man Stromerzeugung und -konsum in Einklang zu bringen im Bayernwerk. Es stellt eine gewaltige Sammelschiene für elektrische Energie dar, die sich über ganz Bayern rechts des Rheins erstreckt und an welche Stromerzeuger und -verbraucher angeschlossen sind. Kaufmännisch betrachtet, ist das Bayernwerkunternehmen das Clearinghaus, welches die jeweils unbenötigte Energie größerer Kraftwerke gewissermaßen aufkauft, um sie da abzugeben, wo gerade Nachfrage herrscht. Die Stromverteilung im kleinen, also vom Bayernwerknetz zu den einzelnen Verbrauchern, besorgen die Gemeinden und Privatunternehmen.

Es sind demnach großzügige Anlagen im Werden, welche nach ihrer Vollendung dem technischen Apparat der Produktion gewaltige Energiemengen zur Verfügung stellen. Ohne Zweifel ist damit einer Forderung der Wirtschaft, welche lautet: „erst Maschinenkraftentfaltung, dann maschinelle Arbeitsleistung und als deren Wirkung Produktion", entsprochen.

Ein weiterer Weg zur Linderung der Kohlennot bewegt sich in der Richtung einer möglichst ökonomischen Ausnutzung der Kohle überall da, wo ihr Ersatz durch „weiße" Kohle nicht in Frage kommt. Die Hauptstelle für Wärmewirtschaft, welche vom Verein deutscher Ingenieure, der Vereinigung der Elektrizitätswerke, dem Verein deutscher Eisenhüttenleute, sowie dem Zentralverband der preußischen Dampfkesselüberwachungsvereine gegründet ist, strebt die Bildung von Wärmestellen in den verschiedenen Industrien des ganzen Reiches an mit dem Ziele, den schwebenden wärmewirtschaftlichen Forderungen der Zeit im Gegensatz zu den rein wärmetechnischen Erfordernissen gerecht zu werden. Daneben wurden den Kohlenwirtschaftsstellen wärmetechnische Abteilungen angegliedert, mit der Aufgabe, die wärmewirtschaftliche Ausnutzung der Brennstoffe in den gewerblichen Betrieben unter Mitarbeit einer der vorgenannten wärmewirtschaftlichen Stellen zu überwachen.

Das Problem der sparsamen Verwertung der Brennstoffe, insbesondere der Kohle, hängt innig zusammen mit einer rationellen Wärmewirtschaft in den Betrieben durch Einführung von Betriebsverbesserungen (wirksame Kleinarbeit), ferner durch Ausnutzung der heißen Abgase oder des Abdampfes. Einmal kann damit die Wärmeökonomie der Maschinenanlagen selbst verbessert werden;

---

[1]) Vgl. Bayerische Industrie- und Handelszeitung 1921, Nr. 12/13: Stand der Wasserkraftausnutzung in Bayern, von Minist.-Rat Hans Holler.

andererseits können die hierdurch anfallenden Wärmemengen zu technologischen oder Heizungszwecken Verwendung finden. Die von berufenen Seiten hierfür aufgestellten Richtlinien und Winke bedingen für ihre praktische Anwendung und damit für ihren Enderfolg neben der Bereitstellung von Kapitalien zu einem Gutteil guten Willen der verbrauchenden Betriebe. Es wird erste Aufgabe der bereits früher genannten wärmewirtschaftlichen und wärmetechnischen Stellen sein, ihren ganzen Einfluß geltend zu machen, damit diesen notwendigen Bestrebungen, das kostbare Gut Kohle ökonomisch zu verwerten, rascher Erfolg beschieden ist. Zu diesen Bestrebungen zählt auch die Einführung betriebstechnischer Einrichtungen für Verwendung minderwertiger Brennstoffe.

Man muß hier die Frage aufwerfen, ob den großen Anstrengungen Bayerns auf ökonomische Ausnutzung der Kohle heute noch die gleich große Bedeutung zukommt, wie in Mittel- und Norddeutschland im Hinblick auf die gewaltigen hydroelektrischen Energiemengen, welche ihm demnächst zur Verfügung stehen. Ohne Zweifel hängt dies von dem Umfange ab, in welchem der Forderung nach Umstellung von Kohlenenergie auf wasserelektrische Energie bestenfalls genügt werden kann. So rasch nämlich eine solche Forderung ausgesprochen ist, so schwierig ist es, bindende Grundsätze dafür aufzustellen. Betrachten wir z. B. von den 3 großen kohleverbrauchenden Gruppen unserer Wirtschaft: Eisenbahn, Industrie und Gewerbe, Haushaltungen die Gruppe Industrie und Gewerbe, so finden wir, daß in deren vielgestaltigem Getriebe jeder Betrieb individuell hinsichtlich seiner gesamten Maschinenanlagen und im Hinblick auf den Produktionsprozeß ist. Zum anderen läßt sich diese, in ihrem Wesen scheinbar rein technische Angelegenheit nicht loslösen von der Frage der Wirtschaftlichkeit, der Rentabilität für den jeweils zu untersuchenden Betrieb. Wenn dieser letzte Satz als berechtigt anerkannt werden muß, dann ergibt sich ein neuer Bedingungsfaktor für das Problem der Umstellungsmöglichkeit in den Energiekosten. Je billiger demnach die hydroelektrische Energie im Vergleich zur Kohlenenergie ist, desto günstiger gestaltet sich das Umstellungsproblem. Berücksichtigt man weiterhin die Tatsache, daß die Energieselbstkosten bei ein und derselben Wasserkraftanlage von beispielsweise 10 Millionen KWh. möglicher jährlicher Stromerzeugung um so niederer werden, je mehr sich die tatsächlich verkaufte Energiemenge der zum Verkauf bereitstehenden, also den 10 Millionen nähert, so erkennt man den grundsätzlichen Zusammenhang zwischen dem Umstellungsproblem und dem Umfang des Wasserkraftausbaues in Bayern: Die Umstellung von Kohle auf Wasserstrom wird wirtschaftlich desto leichter durchführbar sein, je intensiver die vorhandenen Wasserkraftanlagen belastet sind, d. h. je günstiger sich das Verhältnis zwischen möglicher Wasserstromerzeugung und tatsächlichem Verbrauch einstellt.

Die vorstehend entwickelten Gedankengänge führen also zu der scheinbar paradoxen Forderung, jeweils nur so viel Wasserkräfte auszubauen, als dem sicheren Bedarf dieser Wirtschaftsentwicklungsperiode entspricht, weil dadurch erst die Möglichkeiten für einen ausgiebigen Ersatz der „schwarzen“ Kohle durch „weiße“ Kohle und die Voraussetzungen für eine ausgiebige Amortisation der Baukosten, d. h. die Möglichkeiten für eine Energieverbilligung geschaffen werden[1]). Mit dieser Forderung haben wir nun einen Weg gefunden zur kritischen Würdigung der bis jetzt unternommenen Schritte für die Lösung des bayerischen Energiewirtschaftsproblemes. Er besteht in der

---

[1]) Vgl. hierzu die Ausführungen S. 18ff.

Feststellung des derzeitigen Bedarfs an elektrischer Energie in Bayern, wenn 1. eine möglichst großzügige Umstellung von Kohle auf Wasserstrom im Gewerbe durchgeführt wird, 2. wenn für das bislang noch nicht befriedigte Lichtbedürfnis und für den landwirtschaftlichen Kraftbedarf ausreichend Sorge getragen wird. Diesem ermitteltem Bedarf an elektrischer Energie entspricht dann ein gewisser Bedarf an ausgebauten Wasserkräften. Aus der Umstellung resultiert außerdem eine Kohlenersparnis, welche — ins Verhältnis gesetzt zum Gesamtkohlenverbrauch Bayerns — einen Rückschluß auf die Bedeutung der kohlesparenden und kohleverbilligenden Maßnahmen für das Land zuläßt (Wärmewirtschaft und Wasserstraßen).

Die Untersuchung setzt sich mit anderen Worten zum Ziele zu ermitteln, 1. wieviel Millionen Wasser-KWh. in den heutigen bayerischen Gewerbebetrieben neben der bis jetzt verbrauchten elektrischen Energie noch untergebracht werden können, wenn Kohle durch Wasserkraftenergie ersetzt wird, und welche Kohlenersparnis sich daraus ergibt; 2. wieviel Millionen Wasser-KWh. für das Lichtbedürfnis und den landwirtschaftlichen Kraftbedarf angesetzt werden können. Dieser neue Strombedarf ist dann in Vergleich zu setzen mit der Stromerzeugung der neuerstellten oder geplanten Wasserkraftanlagen unter angemessener Berücksichtigung des zu erwartenden Bedarfes an Bahnstrom. Das Ergebnis dieses Vergleiches bildet dann eine Grundlage für das Kriterium der bisher eingeschlagenen Wege zur Lösung des bayerischen Energiewirtschaftsproblems im allgemeinen und für die Orientierung der bayerischen Wasserkraftwirtschaft im besonderen.

Die gesamte Untersuchung wird nur auf das rechtsrheinische Bayern erstreckt, denn der hessische Korridor teilt dieses und die linksrheinische Pfalz in zwei verschiedene Wirtschaftsgebiete, deren natürliche und technische Beziehungen, besonders im Hinblick auf die Wasserkraftwirtschaft stark divergieren, so daß diese Beschränkung der Untersuchung nicht nur als zulässig, sondern sogar als zweckmäßig erscheint.

# B. Die Umstellung der Kohlenbetriebe auf Wasserstromenergie im Gewerbe des rechtsrheinischen Bayern.

## I. Das benutzte statistische Material und seine Wertung.

### 1. Allgemeines über die Kriegszählung der gewerblichen Betriebe vom 15. August 1917.

Die Feststellung der Kohlenmenge, welche der Volkswirtschaft des Landes erhalten bleiben kann, indem kalorische Energie durch Wasserkraftenergie ersetzt wird, soll mit Hilfe der Statistik versucht werden. Allerdings birgt die statistische Zahl auch eine Gefahr, die nicht übersehen werden darf. Sie erweckt nur zu leicht den Anschein unbedingter Zuverlässigkeit, selbst da, wo ihr der Stempel menschlich-subjektiver Auffassung aufgedrückt erscheint. Ohne Zweifel kann hierdurch der Wert statistischer Zahlen für volkswirtschaftliche Arbeiten geschmälert werden. Die Erkenntnis der vorhandenen und möglichen Fehlerquellen und deren Berücksichtigung bei dem schließlichen Resultat schafft dann

allein die Möglichkeit, solch bedingt zuverlässiges Zahlenmaterial für gewisse Zwecke zu erfassen.

Auf diese Tatsache mußte zunächst hingewiesen werden. Denn die in der Folge benutzte Statistik zeigt immerhin Schwächen und Unvollkommenheiten, welche bei ihrer Aufbereitung für die anzustellende Untersuchung Beachtung erheischen. Es handelt sich um die „Kriegszählung der gewerblichen Betriebe am 15. August 1917 in Bayern". Sie erstreckte sich über das ganze Reich und umfaßte

1. Zahl der Gewerbebetriebe und der darin beschäftigten Personen,

2. die in den Gewerbebetrieben beschäftigten reichsdeutschen Personen nach Alter, Geschlecht und Militärverhältnis,

3. die Gewerbebetriebe und ihr Personal nach Größenklassen der Betriebe,

4. Maschinenverwendung der Gewerbebetriebe,

5. Betriebsstoffverbrauch der Gewerbebetriebe (für Bayern nur den Verbrauch an Kohle und elektrischen Strom),

6. Gesamtzahl der einfachen und verbundenen Gewerbebetriebe.

Unter Gewerbe war hierbei alles das verstanden, was zwischen Landwirtschaft und freien Berufen liegt, also im besonderen Handwerk, Industrie (auch Hausgewerbe und Heimarbeit), Baugewerbe, Handel jeder Art, Bergbau, Hütten, Salinen, Gast- und Schankwirtschaften, Versicherungsgewerbe, Verkehrs- und Transportgewerbe (ausschließlich Eisenbahn-, Post-, Telegraphen- und Fernsprechbetriebe), Fischerei und Gärtnerei, soweit letztere nicht ackermäßig betrieben wird.

Das Material dieser mit großen Aufwendungen an Zeit und Geld durchgeführten Betriebszählung ist für Bayern und Württemberg aufbereitet, also von jenen Bundesstaaten, welche die Verarbeitung des Materials selbst besorgten. Dagegen hat das preußische Kriegsamt „keinerlei Ergebnisse der Zählung bereitgestellt"[1]). Es kann nicht Aufgabe dieser Untersuchung sein, die sachliche Berechtigung zu der scharfen Kritik nachzuprüfen, welche das bayerische statistische Landesamt am Vorgehen des preußischen Kriegsamtes gelegentlich dieses statistischen Unternehmens übte[2]). Uns mag die Tatsache genügen, daß das gesonderte Vorgehen des bayerischen statistischen Landesamtes bei dieser Betriebszählung für Bayern an statistischem Material außerordentlich viel gerettet hat. Es konnte aber nicht alle jene Mängel beseitigen, die durch grundlegende Annahmen oder Unterlassung der Abteilung Statistik des preußischen Kriegsamtes von vornherein verursacht wurden, oder auf der anderen Seite durch unrichtige Beantwortung des Fragebogens seitens einzelner Betriebe. Die Mängel werden uns noch in der Folge beschäftigen, insoweit sie das für die Untersuchung benutzte Material, nämlich „die Maschinenverwendung der Gewerbebetriebe" und „Betriebsstoffverbrauch der Gewerbebetriebe" in seiner Brauchbarkeit ungünstig zu beeinflussen vermögen.

Die Frage liegt nahe, warum für die Untersuchung nicht von vornherein auf ein Zahlenmaterial verzichtet wird, das durch seine teilweise unzweckmäßige Aufnahme das Schlußergebnis in seinem Wert herabmindern kann. Dem mag entgegengehalten werden, daß die Betriebszählung vom August 1917 heute überhaupt das einzige erfaßbare zusammenhängende statistische Material neueren Datums darstellt, welches Kohleneinsparung und Stromverbrauch bei Umstellung der Brennstoffkraftmaschinen auf Wasserstrom für einen bestimmten Zeitpunkt zahlenmäßig ermöglicht. Ferner läßt der vorsichtige Gebrauch der Zahlen unter steter Berücksichtigung der mutmaßlichen Fehler

---

[1]) Heft 90 der Beiträge zur Statistik Bayerns. 1919. S. 31.
[2]) Vgl. Heft 90 der Beiträge zur Statistik Bayerns, S. 1.

oder Ungenauigkeiten ein brauchbares Schlußergebnis ohne Zweifel erwarten. Diese Fehlerquellen entspringen nicht allein der teilweise unzweckmäßigen Anlage und Regie der Zählung von seiten des preußischen Kriegsamtes und den unrichtigen Angaben mancher Betriebsleiter, sondern sie sind stets eine unwillkommene Begleiterscheinung bei Benutzung einer Statistik, die für andere Zwecke aufgemacht ist. Des weiteren kommt es uns für den vorliegenden Zweck nur auf volkswirtschaftliche Größen an. Und letzten Endes ist ein solcherart gewonnenes, zwischen Grenzen schwankendes Resultat[1]) — selbst wenn die Grenzen weit auseinander liegen — immer noch besser als Schätzungswerte, für deren Richtigkeit niemand die Verantwortung übernehmen will und kann.

## 2. Kriterium der Maschinen-, Kohlen- und Stromverbrauchsstatistik im besonderen.

Für die Erhebung der Maschinenverwendung sowie des Kohlen- und Stromverbrauches in den Betrieben hatte das bayerische statistische Landesamt an Stelle der diesbezüglichen Fragen im Hauptfragebogen des preußischen Kriegsamtes ein Zusatzformblatt entworfen, das gegenüber der Fassung im Hauptfragebogen einige Erweiterungen aufweist. Z. B. unterscheidet es die Wasserkraftmaschinen in Turbinen und Wasserräder, außerdem erhebt es die Maschinenverwendung von allen gewerblichen Betrieben, während das preußische Kriegsamt dies nur von den Betrieben mit mehr als 50 beschäftigten Personen (einschließlich des Inhabers) forderte. Wenn man berücksichtigt, daß sich das bayerische Gewerbe hauptsächlich aus Mittel- und Kleinbetrieben zusammensetzt, dann kann man ermessen, welche außerordentliche Bedeutung gerade der alle Betriebe umfassenden bayerischen Erhebung hinsichtlich der Maschinenverwendung für bayerische Verhältnisse zukommt[2]). Der Vollständigkeit halber sei hier das bayerische Schema zur Frage über die Maschinenverwendung und des Betriebsstoffverbrauches angeführt. (Siehe nächste Seite.)

Über die Güte und Zuverlässigkeit des solcherart gewonnenen statistischen Materials sagt der Bericht des bayerischen statistischen Landesamtes folgendes[3]):

„Wie die Durchführung einer Berufszählung eine bestimmte kulturelle Höhe seitens eines Volkes voraussetzt, so muß eine Gewerbezählung eine gewisse Kenntnis in Ausdrücken, Maßen und Bezeichnungen der Technik und des Maschinenwesens als Bedingung ihres Erfolges aufstellen. Daß diese Bedingung noch nicht vollkommen erfüllt ist, zeigen die Angaben der gewerblichen Betriebszählung über Maschinenverwendung in den gewerblichen Betrieben; denn in vieler Hinsicht sind sie recht unbestimmt, willkürlich und lückenhaft ausgefallen. Die hauptsächlichsten Ursachen liegen einmal in der Verwechslung der tatsächlichen und der möglichen, der effektiven und der indizierten Leistungsfähigkeit der Maschinen[4]), zweitens in der willkürlichen Verwendung der Kilowatt, Kilowattstunden und Jahreskilowattstunden und drittens in der Möglichkeit, daß Kleingewerbetreibende, Handwerker usw., die in dem mit ihrem Gewerbebetrieb

[1]) Vgl. den Abschnitt über die spezielle Aufbereitung.

[2]) Vgl. S. 27.

[3]) Vgl. Heft 90 (a. a. O.), S. 96

[4]) Die Fragestellung war hierfür auch nicht präzis genug (vgl. das Formblatt). Bei der Durcharbeit dieser Gewerbestatistik hat man — soweit rein technische Verhältnisse behandelt werden — überhaupt das Gefühl, daß sowohl bei der Vorbereitung der Erhebung, wie auch bei der kritischen Auswertung der Ergebnisse die Betriebspraxis der Techniker zu wenig herangezogen wurde (vgl. hierzu auch S. 31ff.)

verbundenen landwirtschaftlichen Betriebe Kraftmaschinen verwendeten, diese in den Fragebogen der gewerblichen Betriebszählung zur Anzeige brachten. Inwieweit dadurch die Ergebnisse tatsächlich ungünstig beeinflußt worden sind, läßt sich aus den Zahlen an sich nicht genau ermessen; trotzdem dürften sie unter den bezeichneten Einschränkungen einigermaßen geeignet sein, der Erkenntnis über die Fortschritte der bayerischen Industrie auf dem Gebiete der Maschinenverwendung im letzten Jahrzehnt und teilweise besonders während des Krieges einen wesentlichen Dienst zu leisten".

**Königreich Bayern.**

## Gewerbliche Betriebszählung vom 15. August 1917.

Kommunalverband:........................................ Gemeinde: ..................................

Vor- und Zuname des leitenden Gewerbetreibenden (Unternehmers, Inhabers, Handwerksmeisters, Direktors, Pächters, selbständigen Geschäftsführers usw.) ..........................................

Firma:.............................. Straße (Platz):........................... Haus-Nr..........

An Stelle der Fragen 13 (Kohlenverbrauch) und 14 (Maschinenverwendung) des Hauptformblattes ist dieses besondere Formblatt auszufüllen. Die Fragen sind von allen Betrieben, auch solchen mit weniger als 50 beschäftigten Personen, einschließlich den z. Zt. ruhenden Betrieben, zu beantworten.

Frage 13. **Kohlenverbrauch:** Wieviel Zentner Kohle wurden für Wärme und Kraft verbraucht
a) im letzten Friedensjahr ?..............Ztr. b) im zweiten Kriegsjahr ?..............Ztr.

Frage 14. **Maschinenverwendung:** Im Betriebe wurden verwendet einschließl. der Reservemaschinen und der z. Zt. ruhenden Maschinen:

| | Am 31. Juli 1914 | | Am 15. August 1917 | |
|---|---|---|---|---|
| | Zahl | Pferdestärke insgesamt | Zahl | Pferdestärke insgesamt |
| 1. Wasserkraftmaschinen | | | | |
| a) Turbinen | | | | |
| b) Wasserräder | | | | |
| 2. Dampfkraftmaschinen | | | | |
| 3. Gaskraftmaschinen | | | | |
| 4. Andere Kraftmaschinen | | | | |

| | Am 31. Juli 1914 | | Am 15. August 1917 | |
|---|---|---|---|---|
| | Zahl | Leistungsfähigkeit in Kilowatt insgesamt | Zahl | Leistungsfähigkeit in Kilowatt insgesamt |
| 5. Elektrische Generatoren (Dynamomaschinen) | | | | |
| 6. Elektrische Motoren | | | | |

| | in Jahreskilowattstunden | |
|---|---|---|
| | 1914 | 1916 |
| 7. Tatsächlicher Stromverbrauch | | |
| a) durch Eigenerzeugung | | |
| b) durch Fremdbezug*) | | |

*) Von welchem Werke wurde der Strom bezogen? ..........................................

Die Richtigkeit und Vollständigkeit aller Angaben bescheinigt:

(Name) ............................ (Ort) ................................ (Datum) ..............................

(Außer diesem Formblatt ist auch das Hauptformblatt zu unterschreiben.)

Dem möchten wir noch folgendes beifügen: Es darf wohl im allgemeinen angenommen werden, daß, je größer ein Betrieb hinsichtlich des verwendeten Maschinenparks ist, desto zutreffender wohl auch die obengenannten Angaben ausgefallen sein werden. Das heißt mit anderen Worten: Gerade die ausgiebigen Posten in unserer Untersuchung dürfen als relativ verlässig betrachtet werden.

Vorstehendes Kriterium des statistischen Landesamtes beleuchtet vor allem das Resultat der Erhebung über die Maschinenverwendung, dagegen läßt es den Wert der erhaltenen Kohlen- und Stromverbrauchsziffern unerwähnt. Dies rührt daher, daß dieses letztere Material zwar auch aufbereitet, aber wegen seiner Unzuverlässigkeit bei der Veröffentlichung der Gesamtergebnisse der Zählung[1]) weggelassen wurde. Dessenungeachtet werden wir auch dieses Material zur Untersuchung heranziehen, wenn auch lediglich zu Vergleichszwecken.

Soviel über die Entstehung des herangezogenen Materials und seine Wertung von seiten der Statistik! Der Einfluß der tatsächlich bestehenden Schwächen auf unser Endresultat ist, wie schon weiter oben gezeigt wurde, eine Funktion der Art, wie wir das Material benützen. Dies wiederum hängt ab von dem Standpunkt, den wir bei der Untersuchung der Umstellungsmöglichkeit überhaupt einnehmen. Diesen zu präzisieren, dazu sollen die nachfolgenden Betrachtungen dienen.

## II. Die technisch-wirtschaftlichen Bedingungen für die Umstellung von Kohlenenergie auf hydroelektrische Energie.

### 1. Wechselbeziehungen zwischen Technik und Wirtschaft.

Die Kohlenenergie stellt ein Gut der Volkswirtschaft dar, das zeitlich und räumlich nur im beschränkten Maße zur Verfügung steht. Es fehlt also der Kohle unter anderem gerade das, was der Nationalökonom unter „ubiquem" Material versteht[2]). Auch die Wasserkräfte sind nicht überall vorhanden; dafür präsentieren sie sich gleichsam als „ewige" Energiequellen, indem sich jahraus jahrein konstant Sonnenenergie in Hydroenergie umsetzt. Mit eben solcher Beständigkeit verzehren sich diese „ewigen" Energiequellen, wenn die Wässer zutal fließen, gleichgültig, ob sie dabei Turbinen durchströmen — also nützliche Arbeit leisten — oder nicht. Deshalb bewegt sich das Streben der Volkswirtschaft in der Richtung einer Vertauschung der Energiebasis für die Produktion, indem an die Stelle der Kohle die Wasserkraft tritt mit dem Ziele, eine stetige Versorgung mit Energie zu gewährleisten. Wie stellt sich nun die Technik zu solchen Bestrebungen der Volkswirtschaft? Die Frage ist deshalb von einschneidender Bedeutung, weil der Vollzug dieser Bestrebungen ja bei der Technik liegt. Deren Aufgabe hat bekanntlich zum Ziele, Gedanken der Zweckmäßigkeit zu verwirklichen. Soweit das Streben der Volkswirtschaft darauf hinausläuft, den notwendigen Verbrauch an Kohle auf ein Minimum herabzudrücken, deckt sich das Wirken der Technik also damit. Fände keine weitere Einengung des technischen Vollzuges, sei es von seiten der Wirtschaft,

[1]) Vgl. Heft 90 der Beiträge (a. a. O.).

[2]) Unter Berücksichtigung der — rein technisch betrachteten — unbegrenzten Transportfähigkeit der Kohle kann ihr eine allerdings wiederum nur rein technisch aufzufassende Ubiquität nicht abgesprochen werden. Das gleiche gilt für den Transport elektrischer Energie.

sei es aus dem Charakter der Technik heraus statt, dann könnte die Technik in Bayern, lediglich dem volkswirtschaftlichen Impuls zur Vertauschung der Energiebasis folgend, die Umstellung der Produktion von Kohlenenergie auf Hydroelektrizität verwirklichen. Sie könnte beispielsweise unsere Amberger Kokshochöfen durch Elektrohochöfen, oder die Kohlenfeuerung für die Dampferzeugung in unseren bayerischen Zucker-, Papier- oder Leimfabriken durch elektrische Heizung ersetzen. Von der Umstellung nicht betroffen würden — bei diesen Annahmen und Voraussetzungen — folgerichtig nur jene Produktionsstätten, für welche der heutige Stand der Technik es nicht ermöglichte.

Tatsächlich besagt die eben entwickelte Reihe von Folgerungen nur die halbe Wahrheit! Denn wenn der Begriff Wirtschaft auch alle jene Vorgänge und Einrichtungen umfaßt, welche auf die konstante Versorgung der Menschen mit Sachgütern gerichtet sind, so wirkt sich der Vollzug des einzelnen Vorganges dabei doch stets nur im Rahmen des zusammenhängenden Ganzen der Wirtschaft aus. Um z. B. die Wasserkraft der Wirtschaft dienstbar zu machen als Produktionsmittel, muß sie erst unter Aufwendung erheblicher Mittel erschlossen werden. Diese aufgewendeten Mittel werden natürlich anderen Verwendungsgebieten entzogen. Es muß demnach der Umstellung von Kohle auf Wasserkraft eine vergleichende Erwägung vorausgehen, welche feststellt, in welchem Ausmaße dies geschehen kann unter Berücksichtigung der übrigen Bedürfnisse der Gesamtwirtschaft und der Gesamtheit der hierfür zur Verfügung stehenden Mittel. Wenn also die Wirtschaft der Technik das Problem stellt, die Kohlenenergie zu ersetzen, dann wird das nur in eingeschränkter und bedingungsweiser Form geschehen. Die Bedeutung dieser Tatsache für den Ausbau der Wasserkräfte wird sofort erkenntlich, wenn wir vom Wirken der Technik als „Arm" der Wirtschaft zunächst absehen, dafür lediglich ihr Eigenleben betrachten. Letzteres spiegelt sich klar wieder in den Grundsätzen technischer Vernunft. Es entspricht nur einem Vernunftprinzip der Technik, daß sie die Lösung ihrer Aufgaben in jenen Wegen erblickt, welche die vergleichsweise mindesten Aufwände für die Energieeinheit erfordern, also zugleich für den vergleichsweise höchsten Erfolg bürgen. Bei der Ausnutzung von Wasserkräften z. B. wird das Streben der Technik darin gipfeln, den spezifischen Aufwand für die Leistungseinheit, die „Pferdekraftstunde" tunlichst klein zu halten. Das führt normalerweise aber auf die technisch großzügigste Lösung. Das technische Streben, für sich betrachtet, wird dabei in keiner Weise — also auch nicht von dem derzeit vorhandenen Bedürfnis an Energie — beengt. Erst der alle Bedürfnisse und Mittel im Auge behaltende Geist der Wirtschaft begrenzt die Großzügigkeit des technischen Wirkens, indem er dem Ausbau der Wasserkräfte den vorhandenen Bedarf an Wasserkraftenergie gegenüberstellt, indem er weiterhin nur so viele Mittel zur Verfügung stellt, daß die Befriedigung der übrigen, mehr oder weniger vordringlichen Bedürfnisse der Volkswirtschaft nicht Schaden leidet auf Kosten dieses einen Bedürfnisses für Energie. Dabei ist der Bedarf selbst wieder eine relative Größe, die von dem Anwachsen oder Schwinden der Benutzungsfähigkeit als Folge wirtschaftlicher Wandlungen oder technischen Fortschrittes abhängt. Auch die zur Verfügung stehenden Mittel sind, auf die Volkswirtschaft eines Landes bezogen, nicht nur veränderlich mit der Zeit, sondern innerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes abhängig von natürlichen, technischen und politischen Faktoren, wie das heutige Wirtschaftsleben allenthalben deutlich zeigt.

Für die Wirtschaft kommt es nun darauf an, in welchem Grade ein Vorgang, z. B. die Ausnutzung der Wasserkräfte, die Aufteilung des Verfügbaren im

ganzen zunächst erleichtert, und so nicht bloß das eine Bedürfnis, die Versorgung mit Energie, zu seinem Rechte kommt, sondern die Bedürfnisse überhaupt. Z. B. steht dem Bedarf an Energie ein absolutes Bedürfnis nach Wohnungen gegenüber. Während dieses eine Befriedigung dringend erheischt, handelt es sich bei dem Bedürfnis nach Energie heute in erster Linie darum, die fehlende Energie aus anderen Energiequellen zu decken, damit die Produktion sichergestellt wird. Erst in zweiter Linie kommt es der Wirtschaft darauf an — als Maßnahme für die Zukunft — auch die heute verfügbare Kohlenenergie durch andere Energien zu ersetzen, welche unerschöpfliche Quellen besitzen. Dabei ist es ihr gleichgültig, ob diese Quellen nun die Wasserkraft, die Sonnenwärme, die Windkraft, Ebbe und Flut, die Erdwärme oder kohlenstoffhaltige Mineralien bilden, wenn nur die mit dem Vollzug betraute Technik im Rahmen der hierfür verfügbaren Mittel bleibt, oder — weil an verfügbaren Mitteln immer Mangel herrscht — den Gesamtaufwand für die Beschaffung der benötigten Energie zu einem Minimum macht. Erfaßbar wird dieses Minimum erst durch einen zahlenmäßigen Vergleich der Aufwände für die verschiedenen Möglichkeiten der Energieproduktion. Es liegt in der wirtschaftlichen Orientierung der Technik begründet, daß sie sich hierzu der wirtschaftlichen Größen, also in unserer Zeit der Geldwirtschaft der „Kosten“ bedient.

Dadurch erst wird sie in die Lage versetzt, der Wirtschaft darzutun, was eigentlich die „Pferdekraftstunde“ wirklich „kostet“, in welchem verrechenbaren Verhältnis also die Aufwände bei den verschiedenen Wegen zur Problemlösung stehen. Insoferne stellt also die Wirtschaft der Technik nicht nur das Problem, sondern beherrscht auch den Geist der Lösung über die Produktionskosten hinweg.

Die nationalwirtschaftliche Forderung nach Vertauschung der Energiebasis in der Produktion kann demnach in der Technik nur soweit vollzogen werden, als sich dies für ökonomisch erweist. Überall da, wo die Umstellung auf hydroelektrische Energie eine Verteuerung der Produktion herbeiführen würde, sucht die Technik andere Wege, um den Kohlenverbrauch zu einem Minimum zu machen. Diese Wege führen bei dem heutigen Stand der Technik zur Erweiterung der Brennstoffbasis durch Verwendung minderen Materials oder zur Verwertung der Abfallenergie. Als weiterer Weg zur Senkung des Kohlenverbrauches muß das Streben der Technik nach Verbesserung der Wirkungsgrade der Maschinen und Apparate genannt werden und nicht zuletzt die Veredelung des „Rohstoffes“ Kohle.

Es läuft also unsere Untersuchung zunächst darauf hinaus, die Grenze zu finden, welche die auf hydroelektrische Energie umstellbaren und die nicht umstellbaren Kohlenenergiebetriebe vom technisch-wirtschaftlichen Standpunkte aus scheidet.

Die oben entwickelten Wechselbeziehungen zwischen Technik und Wirtschaft sollen noch von einer anderen Seite aus beleuchtet werden. Zu diesem Zwecke nehmen wir einmal an, es wäre für ein mehr oder minder abgeschlossenes Wirtschaftsgebiet ein Weg gefunden, durch welchen die Kohlenpreise so reguliert würden, daß die technisch umstellbaren Betriebe die Wasserkraftenergie immer billiger bezögen als die Kohlenenergie (z. B. durch eine entsprechend hohe Besteuerung der Kohle). Ohne Zweifel deckte sich dann die umfassende nationalwirtschaftliche Forderung nach eitel Umstellung der Produktion auf die Basis der Wasserkräfte innerhalb dieses Wirtschaftsgebietes mit den Bestrebungen der Technik, weil jetzt die Vertauschung der Energiequellen stets auch eine

Verringerung der Produktionskosten bedeuten würde. Die solcherart künstlich herbeigeführte Verbilligung[1]) der Produktion ist so lange eine positive für das angenommene Wirtschaftsgebiet, als Bedarf und Deckung in ihm vollkommen ausgeglichen werden können, und so lange zollpolitische Manöver Konkurrenzeinflüsse angrenzender Wirtschaftsgebiete (Weltmarkt!) wirksam abzuwenden vermögen. Wir sind uns dabei vollkommen im klaren, daß mit diesen beiden Bedingungen allein die Interessen der Produktionsfähigkeit und deren Steigerung vom volkswirtschaftlichen Standpunkte aus keineswegs gewahrt sind, weil sie — unter anderem — für das betrachtete Wirtschaftsgebiet einen Stillstand in der Entwicklung bedeuten. Es erübrigt sich aber, hier diese Verhältnisse genauer zu studieren, da selbst die genannten zwei Bedingungen im vollen Umfang unerfüllbar sind, wie die weitere Betrachtung lehrt.

Entsprechend den geographischen Beziehungen eines bestimmten Gebietes zu seiner Wirtschaft ergibt sich im allgemeinen die Notwendigkeit, daß auf irgendeinem Produktionsgebiete mehr produziert wird, als dem Bedarf in diesem Wirtschaftsgebiete entspricht (z. B. ausgesprochene landwirtschaftliche Produktion). Die nicht verbrauchten Produktionsgüter müssen dann in andere Wirtschaftsgebiete übergeführt werden. Andere Gewerbegruppen können dagegen der eigenen Nachfrage nicht genügen (z. B. Bedarf an Rohstoffen, Industrieprodukten), was zu einer Einfuhr Veranlassung gibt mit dem Ziele, die Spannung zwischen Bedarf und Deckung zu mildern. Die Ein- und Ausfuhr durchbricht aber den künstlich errichteten Wall, welcher der radikalen Vertauschung der Energiebasen Vorschub leisten sollte. Der Vergleich der spezifischen Aufwände der produzierenden Betriebe mit den Aufwänden der entsprechenden Betriebe in den anliegenden Wirtschaftsgebieten wird nun endgültig zeigen, ob auch unter diesen Konkurrenzverhältnissen die Verbilligung der Produktion durch Wasserstrom positiv bleibt, oder aber negativ wird, d. h. eine Verteuerung bedeutet.

Beim Studium der strengen und umfassenden Forderung nach lediglicher Vertauschung der Energiebasis stößt man eben — gleichgültig, welchen Weg man dabei auch einschlägt — auf Tatsachen, welche dieser Forderung Grenzen setzen und dadurch erst eine volkswirtschaftliche Forderung daraus machen.

Die letzten Betrachtungen führen also zu dem gleichen Ergebnis, wie die privatwirtschaftliche Erwägung am Schlusse des ersten Teils dieser Abhandlung[2]), daß wir nämlich von Fall zu Fall am Maßstabe der Produktionskosten prüfen müssen, ob die Umstellung auf hydroelektrische Energie der Forderung nach möglichster Verbilligung der Betriebskraft für die einzelnen Produktionsstätten nachkommt oder nicht. In jedem Falle werden wir also zur Aufstellung von Grenzbedingungen gezwungen.

## 2. Schwierigkeiten bei Aufstellung der technisch-wirtschaftlichen Grenzbedingungen für die Umstellung bei Berücksichtigung betriebsindividueller Gesichtspunkte.

Wir wenden uns nun der Aufgabe zu, Grenzbedingungen für die wirtschaftliche Umstellung von Kohle auf Wasserstrom zu finden! Angenommen, der technologische Prozeß bei der Produktion, sowie der Produktionsumfang erfahren durch die Vertauschung der Energiebasen keine Änderung! Dann bilden — im

---

[1]) „Verbilligung" als relative Bezeichnung im Vergleich zur künstlich verteuerten Kohlenbasis.

[2]) Vgl. Abschnitt A: Die Ursachen der Kohlennot Bayerns usw., S. 6.

Zusammenhang mit den gesamten Betriebskosten und unter Berücksichtigung des für jede Energieart spezifischen Bedarfs pro Produktionseinheit — die Preise der Wasser-PSh. und Kohlen-PSh. bei Krafterzeugung, bzw. der ausnutzbaren Wasserstrom-WE. und Kohlen-WE. bei Wärmeerzeugung einen Maßstab für die Wahl der wirtschaftlicheren Energieart in einem bestimmten Betriebe. Damit wäre eine scheinbar sehr einfache Beziehung für die gesuchte Grenze aufgestellt. In Wirklichkeit stößt eine Trennung der Produktionsstätten in umstellbare und nicht umstellbare auf der Grundlage einer solchen Vergleichsrechnung für unsere Untersuchung auf erhebliche Schwierigkeiten.

Diese wurzeln einmal in dem System der Gewerbezählung vom 15. August 1917, deren Ergebnis wir ja hier benutzen wollen. Denn diese Erhebung hat die kombinierten Betriebe nicht nach in ihnen vertretenen Gewerbearten zergliedert aufgenommen, ist also nicht von der technischen Betriebseinheit ausgegangen. Sie erfaßte diese Gesamtbetriebe vielmehr als ökonomische Einheiten, um die volle Wucht der Großunternehmungen deutlich zutage treten zu lassen und zerstückelte diese Einheiten in der Frage 4 des Hauptfragebogens in ihre technischen Einheiten[1]). Damit waren lediglich die in einem Gesamtbetriebe zusammengeschweißten einzelnen Gewerbebetriebe nach den Gewerbearten benannt. Dagegen wurden Zahl und Kraftleistung der verwendeten Maschinen, sowie der Kohlen- und Stromverbrauch nicht nach technischen Einheiten getrennt aufgenommen, sondern vom Gesamtbetrieb in ihrem ganzen Umfang verschluckt. Der hauptsächlichste Teilbetrieb gab dann den Ausschlag für die Einreihung in das Gewerbeschema; und unter diesem Teilbetrieb finden wir in der Statistik auch die uns interessierenden Angaben eines Gesamtbetriebes registriert. Lediglich die Bezeichnung „Gesamtbetrieb“ in den statistischen Hilfstabellen erinnert uns an die Tatsache, daß wir es mit dem Maschinenpark eines kombinierten Betriebes zu tun haben. Im übrigen ist es so, als ob die näher bezeichneten Teilbetriebe überhaupt nicht vorhanden wären. Dieser Mangel wird sich bei unserer Untersuchung da fühlbar machen, wo zwei oder mehr Teilbetriebe mit technologisch stark abweichenden Produktionsprozessen — vor allem also bei vertikaler Konzentration — zu einem Gesamtbetrieb vereinigt sind. Wie ganz anders gestalten sich beispielsweise die Verhältnisse vom Kraft- zum Wärmeverbrauch in einem unter „Weberei“ geführten „Gesamtbetrieb“, je nachdem er mit einer Spinnerei oder aber Färberei verbunden ist, und je nach dem Größenverhältnis (im Sinne der Betriebsanlagen) der technischen Einheiten zueinander. Solange statistische Unterlagen neueren Datums fehlen, welche diese Beziehungen zu den einzelnen Teilbetrieben einer ökonomischen Betriebseinheit eingehender erfassen, ist es müßig, hier scharfe Zahlenwerte ermitteln zu wollen zum Zwecke des obengenannten Vergleiches. Es gehören nun eine große Zahl zusammengesetzter Betriebe mit einer Produktion im Sinne vertikaler Konzentration zu jenen, welche die Kohle gut auszunützen vermögen wegen dieser Konzentration. Ihre Umstellung tritt deshalb, wie in den folgenden Abschnitten gezeigt ist, nicht so sehr in den Vordergrund. Anders steht es dagegen bei Betrieben mit horizontaler Konzentration. Es schien deshalb geboten, „Einzelbetriebe“ und „Gesamtbetriebe“ getrennt zu behandeln. Ferner zwingt uns diese Tatsache, — vorerst im Hinblick auf kombinierte Betriebe — die gesuchte Grenze lediglich nach generellen Gesichtspunkten festzulegen.

Für die Einzelbetriebe, in welchen also nur eine Gewerbeart vertreten ist, liegen die Verhältnisse ebenfalls nicht einfach. Denn die meist individuellen

---

1) Vgl. Heft 90 der Beiträge (s. a. a. O.), S. 5ff.

Produktionsvorgänge in den einzelnen Betrieben der gleichen Gewerbeart als Folge der individuellen Betriebseinrichtungen und Betriebsführungen (patentrechtlich geschützte Verfahren usw.) lassen die Grenzen der wirtschaftlichen Zweckmäßigkeit einer Umstellung auf Hydroelektrizität ungeachtet der Annahme temporär gleicher Einheitspreise für Kohle bzw. Wasserstrom erheblich schwanken. Des weiteren müssen hier die möglichen privatwirtschaftlichen Erwägungen der einzelnen Betriebe Erwähnung finden; denn die Umstellungen verlangen erhebliche Kapitalfestlegungen, welche bei verschiedenen Betrieben (auch derselben Gewerbeart) stark veränderlich sein können und außerdem ganz verschiedene zusätzliche Aufwendungen (z. B. Zins) seitens der Betriebe erfordern[1]. Demnach zwingen auch die Einzelbetriebe zum Verzicht auf scharfe Grenzen mit Zahlenwerten für jeden einzelnen Betrieb und nötigen damit ebenfalls zur Erstellung genereller Gesichtspunkte.

Eine dritte Schwierigkeit für den früher angezogenen Kostenvergleich der PSh. und der WE. für Kohle und Strom verursacht die Veränderlichkeit der in Frage kommenden Energiepreise nach dem Ort und der Zeit. Um die Tendenzen der Preisschwankungen nach der Zeit — als der wichtigeren — zu erkennen, brauchen wir uns lediglich die hauptsächlichsten Teilpositionen, aus denen sich die zwei Energiepreise zusammensetzen, vor Augen halten. Dabei seien — um den häufigsten Fall zu wählen — die Kosten der Dampfkraft (Kohlenbasis) und von mechanischer Energie aus Wasserkraft als primärer Energiequelle einem Vergleich unterstellt.

## 3. Generelle Gesichtspunkte für die Erfassung der umstellbaren Betriebe.

### a) Die Tendenzen der Energieerzeugungskosten für Wärme*kraft* und Wasser*kraft* in ihrer Auswirkung auf derzeitige Verhältnisse.

Die benötigten Anlagen — also die Gesamtheit der Maschineneinrichtung einschließlich des baulichen Teiles — setzen sich bei Dampfkraftanlagen aus den Dampfkesseln mit evtl. Kohlenbeschickungsanlagen, den Kraftmaschinen und den zu ihrer Aufnahme bestimmten Gebäuden zusammen. Anders bei Wasserkraft als Ausgangsenergieform. Erfährt diese keine weitere Umwandlung mehr, wird sie also an Ort und Stelle so verbraucht, wie sie anfällt, dann stehen verhältnismäßig einfacher maschineller Einrichtung (gegenüber äquivalenten Dampfkraftanlagen) meist mehr oder weniger komplizierte und umfangreiche bauliche Anlagen: Wehranlagen, Kanäle, Stollen, verschiedenste Kunstbauten, Fluß- und Seeregulierungen, Talsperren usw., gegenüber. Hierzu kommen noch evtl. Ablösungen von Wasserrechten, die erhebliche Aufwendungen verursachen können. Bei weiterer Umwandlung der mechanischen (Wasser-) Energie in elektrische zum Zwecke der beliebigen Fortleitung derselben kommen dann noch mehr oder minder ausgedehnte Fernleitungen bis zum Verbrauchsort der Energie hinzu einschließlich der Transformatoren, und an letzterem die entsprechenden Umwandlungsmaschinen, also für mechanische Energie die Elektromotoren, wodurch die Anlagekosten weiter erhöht werden. Dabei ist es uns zunächst gleichgültig, ob sich die gesamte Anlage einschließlich der Verbrauchsstellen in einer Hand befindet[2], oder ob statt dessen die Wasserkraftanlage mitsamt

---

[1]) Diese gleichen Gesichtspunkte gelten naturgemäß auch für „Gesamtbetriebe".

[2]) Für die Ausscheidung der direkten und indirekten Betriebskosten in der Folge wurde — weil zunächst ohne Belang — dieser Fall zugrunde gelegt.

der Stromtransportanlage ein anderes, von den stromverbrauchenden Betrieben getrenntes Unternehmen darstellt. Denn die Verbraucher der elektrischen Energie müssen ja letzten Endes deren Erzeugungs- und Transportkosten tragen und damit auch die letzteren Tendenzen voll und ganz in Kauf nehmen. Auf deren Erkenntnis kommt es uns in erster Linie an.

Wir haben bereits gefunden, daß die Anlagekosten bei Wasserkraftanlagen im allgemeinen ein Vielfaches von im Effekt äquivalenten Dampfkraftanlagen bilden; in einem ähnlichen, wenn auch nicht mehr so schroffen Verhältnis stehen die von deren Höhe funktionell abhängenden jährlichen Kapitalkosten (indirekten Betriebskosten) zueinander[1]). Ein ganz anderes Bild ergeben dagegen die direkten Betriebskosten einer Dampf- und einer Wasserkraftanlage! Während die erstere verhältnismäßig viel Bedienung im Krafthaus erfordert, dann vor allem, neben anderen Betriebsmaterialien, Kohlen in großer Menge, setzen sich die direkten Betriebskosten bei dem fast automatisch vor sich gehenden Wasserkraftbetrieb lediglich aus den Kostenanteilen für die relativ einfache Wartung und den geringfügigen Bedarf an Schmier- und Putzstoffen zusammen.

Wir haben also für die Dampfkraftanlage verhältnismäßig kleine Anlagekosten, daher auch verhältnismäßig geringe jährliche Kapitalkosten als unveränderlichen Kostenanteil, dagegen hohe Brennstoffkosten, welche zeitlich variieren. Demgemäß schwanken auch die Dampfenergieselbstkosten zeitlich. Bei den Wasserkraftanlagen stehen den verhältnismäßig hohen Anlagekosten, also auch den verhältnismäßig hohen jährlichen Kapitalkosten (indirekten Betriebskosten) relativ geringe, zeitlich schwankende direkte Betriebskosten gegenüber. Solange eine Amortisation nicht möglich ist, werden deshalb hier die Energieerzeugungskosten[2]) im wesentlichen die gleiche Höhe beibehalten. Übertragen wir diese Erkenntnisse auf die Kosten für die PSh., so müssen wir die bekannte Erscheinung bestätigen, daß der Preis der Kohlen-PSh. nicht nur eine Funktion der effektiven Krafterzeugung (der Belastung der Anlage) oder des Energieabsatzes ist, sondern auch noch eine Funktion des zeitlich schwankenden Kohlenpreises darstellt. Dagegen repräsentiert sich der Preis für die Wasser-PSh. bei Ausschaltung der Amortisation im großen und ganzen nur als abhängig von der effektiven Stromerzeugung[3]), d. h. abhängig vom Umfang des Energieabsatzes. Sehen wir vom Einfluß dieses Konsums als einer gleichartigen und gleichwertigen Funktion in beiden Fällen ab, indem wir Vollbelastung äquivalenter Anlagen voraussetzen, so stehen wir vor der für die wirtschaftliche Wertung äußerst wichtigen Tatsache, daß die Selbstkosten der PSh. ein und derselben Dampfkraftanlage zeitlich variabel sind, während bei Wasserkraftbetrieb die entsprechenden Selbstkosten einer ausgebauten Anlage so gut wie vollständig zeitlich invariabel sind. Berücksichtigt man nun für die

---

[1]) Unter „indirekten Betriebskosten" sind hier zunächst nur Kapitalverzinsung und Erneuerungsrücklage verstanden. Die Bedeutung der Amortisation für die Energieerzeugungskosten wird im unmittelbaren Anschluß an obige Betrachtung behandelt.

[2]) Energie ist bereits vorhanden, sie kann weder erzeugt noch auch vernichtet werden. Wenn hier und in der Folge gleichwohl von Energieerzeugung gesprochen wird, obwohl es sich dabei jeweils nur um eine Energieumwandlung handelt, so soll damit lediglich die Vorstellung gewahrt werden, daß die mechanische und thermische Betriebsenergie wie irgend ein anderer Rohstoff fabrikmäßig im großen beschafft, also die praktisch brauchbare Energieform erst „erzeugt" wird.

[3]) Unter Stromerzeugung ist hier die über die Schalttafel des Maschinenhauses geschickte und dort gemessene Arbeitsmenge verstanden. Übertragungs- (Leitungs-) Verluste sollen zunächst von der Betrachtung ausgeschlossen sein.

letzteren Anlagen das bisher Gesagte, insbesondere die Tatsache, daß die Höhe des Anlagekapitals und des Zinsfußes das A und O der Energieerzeugungskosten ausmachen, so heißt das nichts anderes als:

Die Höhe der für die Zeit fehlender Amortisation in der Hauptsache gleichbleibenden Betriebskosten einer Wasserkraftanlage hängt vom Zeitpunkt ihres Ausbaues und von der zu jener Zeit auf dem Arbeits- und Kapitalmarkt herrschenden Konjunktur ab[1]).

Diese Konjunktur drückt sich nun derzeit in den gewaltigen Baukostensummen und in den hohen Zinssätzen für das zur Bestreitung der Baukosten aufgenommene Leihgeld aus. Die Folgen spiegeln sich in sehr hohen indirekten Betriebskosten wider. Solange obige Konjunkturverhältnisse keine stetig rückläufige Bewegung zeigen, werden auch die Kohlenpreise sehr hohe sein, so daß den hohen indirekten Betriebskosten der neuerstellten Wasserkraftanlagen hohe direkte Betriebskosten der Wärmekraftanlagen entsprechen. Bei dieser Gleichgewichtslage steht einer Umstellung von Wärme*kraft* auf Wasser*kraft* wirtschaftlich nichts im Wege.

Das Bild verschiebt sich aber im Augenblick der Währungsgesundung. Denn dann gehen die Betriebskosten der Wärmekraftanlagen mit den fallenden Kohlenpreisen zurück, während die Betriebskosten neuer Wasserkraftanlagen zunächst unverändert bleiben.

Wie früher schon erläutert, ergibt sich die letztere Tatsache aus der Annahme, daß die anfallende Wasserkraftenergie im Rahmen der Ausbaugröße der Anlage nahezu restlos in elektrische Energie übergeführt und als solche von den Konsumenten ganz verbraucht wird. Der Quotient

$$\frac{\text{gesamte jährliche Betriebskosten}}{\text{erzeugte kWh. pro Jahr}}$$

gibt den Selbstkostenanteil der kWh. an den gesamten Jahresbetriebskosten an. Nähert sich der Nenner dem möglichen Maximum, dann nähern sich auch die Selbstkosten für die kWh. dem — unter Berücksichtigung der festgegebenen Ausbaugröße — möglichen Minimum. Dieses Minimum haben wir bislang bereits vorausgesetzt. Hier ist also keine Möglichkeit mehr vorhanden, zu einer Preissenkung zu gelangen. Eine solche Aussicht eröffnet nur noch ein Ertrag, der nicht nur die direkten Betriebskosten und bei den indirekten Betriebskosten Kapitalverzinsung und Erneuerungsrücklage deckt, sondern darüber hinaus erlaubt, eine Kapitaltilgung (Amortisation) vorzunehmen, so daß die jährliche Zinssumme konstant abnimmt und damit die jährlichen indirekten Betriebskosten stetig zurückgehen.

Man übersieht ohne weiteres, daß für einen gewerblichen Betrieb, der sich eine Wasserkraftanlage für seine eigenen Energiebedürfnisse baut, die Frage der Tilgung des Baukapitals einfacher gelagert ist als bei einer Überlandzentrale. Denn ein solcher Betrieb kann im Bedarfsfalle den Gewinn aus seiner Produktion zur Kapitaltilgung seiner Kraftanlage heranziehen und dann verhältnismäßig bald zu jährlichen Betriebskosten für seine Kraftanlage kommen, die auch bei fallenden Kohlenpreisen erheblich unter jenen einer äquivalenten Wärmekraftanlage stehen.

Bei Überlandzentralen, die lediglich auf den Erlös des verkauften Stromes angewiesen sind und deren sämtliche Anlagen in den letzten Jahren zur Ausführung gelangten oder derzeit erstellt werden, liegt die Möglichkeit der Kapital-

---

[1]) Vgl. Dr. M. Saitzew: Die Kosten der Wasserkraft und ihre Abhängigkeit von der Höhe des Arbeitslohnes. Zürich: Rascher & Co. 1919.

tilgung nur bei einer entsprechenden Tarifpolitik. Der Strompreis bei einem reinen Elektrizitätsunternehmen (Erzeugung evtl. mit Transport) ist durch den Wettbewerb mit der kalorischen Energie und durch die Energieaufnahmewilligkeit der Abnehmer nach oben, andererseits durch die anfallenden reinen Selbstkosten nach unten begrenzt. Deshalb wird es nur dann mit einem Gewinn rechnen können, der merkliche Abschreibungen zuläßt, wenn der Spielraum zwischen der eben skizzierten oberen und unteren Grenze möglichst groß wird. Die derzeitigen undurchsichtigen Währungsverhältnisse gestatten es nicht, sich über diesen Spielraum für die nächste Zukunft ein zahlenmäßiges Bild zu machen, und belasten dadurch diese neuen Wasserkraftanlagen zur Überlandversorgung mit einem Risiko.

Eine gewisse Abschwächung dieses Risikos kann man allerdings in der Tatsache erblicken, daß die Ausbaugröße eines Überlandwasserkraftwerkes im allgemeinen ein erhebliches Vielfaches von der Ausbaugröße einer privaten Wärmekraftanlage für industriellen Selbstbedarf beträgt, so daß unter sonst ausgeglichenen Verhältnissen (unveränderte Währungsverhältnisse, günstige Belastung der Anlage) die Selbstkosten pro kWh. der ersteren Anlage normalerweise niederer sind als bei den privaten Dampfwerken[1]), wenn nicht außergewöhnlich weite Energietransporte beim Überlandwerk diesen Vorsprung wieder zunichte machen. Außerdem wird auf die Dauer des Vorhandenseins einer absoluten Kohlennot sicherlich in dem Maße auf die Verwendung hydroelektrischer Energie zurückgegriffen werden, als dem jeweiligen Mangel an kalorischer Energie entspricht, selbst wenn sie etwas teurer ist als diese letztere.

Deshalb nehmen wir für unsere Untersuchung die technisch-wirtschaftlichen Voraussetzungen für gegeben an, daß eine allgemeine Umstellung von Kohle auf Wasserkraftenergie bezüglich des *Kraft*bedarfs durchgeführt werden kann. Wir sind uns dabei aber bewußt, daß dieser Schritt als weitgehend zu betrachten ist, einmal wegen dieses Risikos, zum anderen, weil da und dort für gewerbliche Betriebe individuelle Verhältnisse vorliegen werden, welche eine solche Umstellung von kalorischer Kraftenergie eigener Erzeugung auf hydroelektrische Energie aus Überlandwerken heute oder in Zukunft als unwirtschaftlich erscheinen lassen.

Dagegen können wir besagtes Risiko nicht mehr außer Rechnung setzen, wenn es sich darum handelt, daß Kohle als Energieträger für Wärmeerzeugung durch Hydroelektrizität ersetzt werden soll, wie nachfolgende Betrachtung lehrt.

### b) Die Wärmeerzeugung aus Kohle und aus Elektrizität.

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß ein von elektrischem Strom durchflossener Leiter sich erwärmt. Diese Erscheinung bildet heute die Grundlage der üblichen elektrischen Heizkörperkonstruktionen. Die Wärmemenge, welche so entsteht, ist von der Stromstärke und dem Widerstand abhängig und wird durch das Joulesche Gesetz bestimmt[2]). Nach diesem Gesetz lassen sich durch 1 PSh. 632 WE. pro h. erzeugen. Da diese Beziehung eine konstante ist, ist es nicht möglich, durch konstruktive Maßnahmen die Leistungsfähigkeit eines solchen Heizkörpers zu erhöhen, diese ist vielmehr allein vom Stromverbrauch abhängig. Die Verhältnisse liegen also hier ganz anders wie im Licht-

[1]) Vgl. u. a. Klingenberg, E. T. Z. 1920, S. 609.

[2]) Dieses besagt, daß die beim Durchgang eines Stromes durch einen Leiter in diesem entwickelte Wärmemenge proportional der Zeit, proportional dem Widerstand und proportional dem Quadrat der Stromstärke ist oder $Q = f(i^2, W, t)$.

und Kraftbetrieb. In der Beleuchtungstechnik hat man besonders in der letzten Zeit durch immer weitere Vervollkommnung der als Lichtquelle dienenden Stoffe den Stromverbrauch pro Kerzenstärke herabgesetzt. Im Kraftbetrieb ist es gelungen, den Wirkungsgrad der Motoren ständig zu steigern und durch geeignete Anordnung der Motoren, besonders durch direkte Kupplung mit den Arbeitsmaschinen, alle unproduktive Arbeit, wie Leerlauf der Transmissionen usw., auszuschließen. Solange man dagegen für die Konstruktion elektrischer Öfen[1]) Erscheinungen benützt, welche durch das Joulesche Gesetz bestimmt werden, ist es nicht möglich, mit einer Pferdekraftstunde mehr als 632 WE. pro h. zu erzeugen. Die volkswirtschaftliche Forderung nach Umstellung der für technologische Zwecke im Gewerbe mit Kohle erzeugten Wärme auf hydroelektrische Basis steht und fällt demnach mit der Möglichkeit der restlosen Erfüllung der technischen Forderung, die Hydroelektrizität wirtschaftlich, aber auch dauernd und in ausreichendem Maße beizuschaffen. Die beiden letzten Bedingungen weisen darauf hin, daß für die allgemeine Durchführung der Umstellung nach dieser Richtung hin in der Regel nicht mehr mit billiger Abfallenergie von Wasserkräften gerechnet werden kann, weil sie nicht in solcher Menge und solcher Beständigkeit anfällt zu den Zeiten, wo sie dafür benötigt würde. Die große Mehrzahl der in Betracht kommenden Konsumenten hätte demnach mit normalen Stromkosten zu rechnen. In welchem Verhältnis müssen diese nun zum Kohlenpreise stehen, um einen wirtschaftlichen Betrieb gegenüber der Kohlenwärme zu gewährleisten? Den Aufschluß hierüber möge eine kleine zahlenmäßige Überlegung geben. Dabei muß aber ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß diese Zahlen lediglich ein Bild über die Größenordnung des Verhältnisses der Energiekosten zueinander geben sollen.

Wenn wir 1 kg Kohle mit einer latenten Wärmeenergie von 7000 WE. zu technologischen Zwecken verbrennen, wobei wir für die Feuerungsanlage den schlechten Wirkungsgrad von 50 % zugrunde legen, so gewinnen wir daraus 3500 nutzbare WE. Um diesen gleichen Effekt mit elektrischer Wärmeerzeugung zu erzielen, würden wir benötigen $\frac{3500}{632}$ = rund 5,5 PSh., wobei keine Verluste vorhanden sein dürften[2]). Bei sonst gleichen Betriebskosten (also gleichen Anlagekosten usw.) müßte demnach die Wasser-PSh. 5,5 oder die kWh. 4,0 mal billiger sein als 1 kg Kohle. Noch ungünstiger wird das Verhältnis bei Erzeugung von Dampf.

Um 4900 WE., welche 1 kg Kohle von 7000 WE. bei 70% Wirkungsgrad auszunützen gestattet, mittels elektrischen Stromes bereitzustellen, sind rund 8 PSh oder rund 6 kWh. erforderlich.

Die Hoffnung, daß sich bereits in der nächsten Zukunft eine Stromtarifpolitik verwirklichen läßt, welche solche niedere Strompreise für die *allgemeinen Wärme*bedürfnisse im Gewerbe des Landes festzusetzen erlaubt, daß sie mit den Kosten der Wärmeerzeugung aus Kohle in Wettbewerb treten können, steht auf einer sehr unsicheren Basis. In einer Untersuchung, welche spekulative Annahmen auszuschalten trachtet, kann deshalb eine solche Hoffnung — so erwünscht ihre Erfüllung auch volks- und privatwirtschaftlich ist — keine

---

[1]) Vgl. Rodenhauser u. Schönawa: Elektrische Öfen in der Eisenindustrie. Leipzig: Oskar Leiner. — Prof. Dr. L. Graetz: Die Elektrizität und ihre Anwendungen. Stuttgart: J. Engelhorns Nachfl. 1912.

[2]) Vgl. Dr. Ringwald: Verwendung der Elektrizität zu Koch- und Heizzwecken. Schweizerische Wasserwirtschaft 1915, Nr. 4/5.

zahlenmäßige Berücksichtigung finden. Dies wirkt sich dahin aus, daß wir *reine Wärme*betriebe im Rahmen unserer Untersuchung wegen der ungeklärten wirtschaftlichen Zukunftsaussichten als nicht umstellbar von Kohle auf hydroelektrische Energie betrachten (Elektrochemische und elektrometallurgische Betriebe werden gesondert behandelt!).

Der „Führer durch die schweizerische Wasserwirtschaft", welcher vom schweizerischen Wasserwirtschaftsverband[1]) als Nr. 10 seiner Verbandsschriften im Jahre 1922 herausgegeben wurde, erhofft durch weitere Elektrisierung der verschiedenen kohleverbrauchenden Unternehmungen von den im Jahre 1920 verbrauchten 2,21 Millionen Tonnen Kohle demnächst etwa noch 1 Million Tonnen pro Jahr einsparen zu können, und zwar auf den Gebieten des Bahn- und Schiffahrtsbetriebes, der Gaswerke und der Industrie, bei letzterer, soweit sie die Kohle zur lediglichen Krafterzeugung heranzieht. Die Schweiz ist dabei uns gegenüber insofern im Vorteil, als sie nicht die schmerzliche Operation am Wirtschaftskörper durchzumachen hat wie die deutschen Bundesstaaten bei einer Währungsgesundung, die doch einmal kommen muß. Überdies steht die schweizerische Wasserkraftwirtschaftspolitik im Zeichen einer intensiven Politik, welche sich in dem Streben ausdrückt, durch Speicherung die stark schwankenden Wassermengen auszugleichen. Die hydrographischen und orographischen Verhältnisse der Schweiz sind für diesen Zweck den bayerischen Verhältnissen weit überlegen und damit wachsen auch die Möglichkeiten für sie, die Energiedarbietung dem Bedarfe anzupassen, d. h. zu einer möglichst hohen Belastungsziffer der Elektrizitätswerke zu kommen.

Trotz der günstigeren Bedingungen rechnet man also auch in der Schweiz zunächst noch nicht mit einer umfassenden Umstellung der gewerblichen Wärmebetriebe.

Nachdem wir reine Kraftbetriebe für unsere Untersuchung als umstellbar betrachten, dagegen reine Wärmebetriebe nicht, läge der Grenzwert für die Umstellung von Kohle auf Hydroelektrizität in unserem Falle etwa bei jenem des thermischen Wirkungsgrades der Dampfkraftmaschinen. Mit diesem Grenzwert allein ist allerdings noch nicht viel anzufangen. Denn einmal bedarf er noch einer Korrektur, welche sich aus den bis jetzt vernachlässigten Energieverlusten bei den Umwandlungen und Transporten von der Erzeugungs- zur Verbrauchsstelle ergibt. Zum anderen fehlen uns noch Anhaltspunkte für alle jene Energieverwertungen, bei denen man nicht von reinen Kraftbetrieben bzw. reinen Wärmebetrieben sprechen kann. Wir werden damit zunächst in jenes Teilgebiet der Technologie der Energien geführt, welches sich mit der Umwandlung der Energieformen und mit den dabei auftretenden Verlusten befaßt.

### c) Die Wirkungsgrade bei Benutzung der Kohlen- und hydroelektrischen Energie.

Wir sind wohl imstande, jede Energieform in eine beliebige andere umzuwandeln. Aber diese Umwandlung vollzieht sich keineswegs glatt und vollständig, indem hierbei außer der gewünschten stets noch kleinere oder größere Mengen anderer Energieformen auftreten, die für den beabsichtigten Zweck nicht weiter nutzbar gemacht werden können, also — vom technischen Gesichtspunkt aus betrachtet — einen Energieverlust darstellen, welcher im Wirkungsgrad des Prozesses zahlenmäßig erscheint. Benützen wir Kohle zur Heizung eines Dampfkessels, so können nur etwa 70 % des Wärmeinhaltes der Kohle tatsächlich

[1]) Zürich, St. Peterstraße 10, Selbstverlag des Verbandes.

ausgenutzt werden. Die effektiven thermischen Wirkungsgrade der Dampfkraftmaschinen liegen zwischen 6 und 20 % je nach den Betriebsverhältnissen und der Güte der Maschinen. Eine wesentliche Verbesserung ist an der Dampfkraftmaschine in Hinsicht auf ihren Wärmeverbrauch in den letzten Jahren nicht mehr erzielt worden. Die moderne Lokomobile und die Dampfturbine stellen zwar gewisse Fortschritte dar; sie ändern aber nichts an der Tatsache, daß die Dampfkraftmaschinen — also jene Maschinen, bei welchen aus Dampf lediglich und ausschließlich Kraft gewonnen wird — nur niedere thermische Wirkungsgrade erreichen[1]). Verwerten wir die im Abdampf enthaltene Wärme, statt sie ins Freie auspuffen zu lassen, dann steigt der Wirkungsgrad der Maschine je nach den Verhältnissen bis zu etwa 70 %, d. h. die Verluste der Gesamtanlage lassen sich ungefähr auf die in der Kesselanlage beschränken.

Bei den Dynamomaschinen, deren wir uns zur Gewinnung elektrischer Energie bedienen, ist der Nutzeffekt sehr groß (bis zu 90 % und mehr), so daß wir bei Verwendung von Dampfkraft zum Betrieb unserer Dynamomaschinen in bezug auf die zum Heizen der Dampfmaschine aufgewendete Kohle zu einer Leistung von 5,4—18 % gelangen.

Bei Anwendung von Wasserkräften bedingt die verringerte Zahl von Energieumwandlungen eine erhebliche Verkleinerung der Energieverluste. Nimmt man beispielsweise den Nutzeffekt einer Turbine mit durchschnittlich 75 % an, so wird bei der damit getriebenen Dynamomaschine ein Nutzeffekt von 67 % erzielt (gegen 5,4—18 % bei der Kombination Kohle-Dampf-Elektrizität). Man erhält also Leistungen, welche zwischen dem 13fachen und 4fachen der Leistungen bei Anwendung einer Dampfmaschine auf der Kohlenbasis schwanken.

Anders gestalten sich die Verhältnisse für den Wirkungsgrad, wenn die Stromtransportverluste berücksichtigt werden. Diese hängen von dem Leitungsmaterial, dem Leitungsquerschnitt, der Stromart, der Spannung und der Transportlänge ab, sind also für jede Anlage individuell. Lediglich um ein Bild von der Größenordnung dieser Verluste zu geben, soll hier eine kurze zahlenmäßige Übersicht von Durchschnittswerten erstellt werden[2]):

| | Wirkungsgrad |
|---|---|
| Transformator (Erhöhung) . . . . . . . . . . . . | 97 % |
| Fernübertragung (Hochspannung) für Aluminiumnetz (rund 200 km) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 93 % |
| Transformator (Erniedrigung) . . . . . . . . . . . | 97 % |
| Verteilungsnetz am Verbrauchsort . . . . . . . . . | 95 % |

Demnach im Durchschnitt nutzbare Leistung am Verbrauchsort 83 % der Generatorleistung am Erzeugungsort. Von der Turbinenwelle bis zur Arbeitsmaschine oder Transmissionswelle des Verbrauchers ergibt sich daraus bei durchschnittlich 90 % Wirkungsgrad des Generators ein Wirkungsgrad von 75 % oder ein Energieverlust von 25 %. Der früher angestellte Vergleich zwischen der Wärmeerzeugung mit Kohle und jener mit Wasserstrom erfährt hierdurch eine Berichtigung, die weiterhin zugunsten der Kohle spricht.

Dagegen wird die Berücksichtigung normaler Transportverluste nur wenig an der Tatsache ändern, daß für die hydroelektrische Energie über den Weg Turbine—Dynamo—Motor[3]) die hohe Möglichkeit gegeben

[1]) Vgl. Dr.-Ing. L. Schneider: Die Abwärmeverwertung im Kraftmaschinenbetrieb mit besonderer Berücksichtigung der Zwischen- und Abdampfverwertung zu Heizzwecken, 3. Aufl., S. 8. Berlin: Julius Springer 1920.

[2]) Vgl. Mattern: Die Ausnutzung der Wasserkräfte. Leipzig 1921.

[3]) Unter Ausschaltung der Zwischenstufe „Wärme", also unter Umgehung der Erscheinungen, welche durch das Joulesche Gesetz bestimmt sind.

ist, bei stationären Verbraucheranlagen den Wettbewerb mit der Kohle als Krafterzeugerin (über die Zwischenstufe Dampf) erfolgreich aufzunehmen, soweit die Amortisation neuer Wasserkraftanlagen bei sinkenden Kohlenpreisen keine Schwierigkeiten bereitet. Die Wettbewerbsfähigkeit der Wasserkraftanlage mit der Kohlendampfkraftmaschine nimmt in dem Maße ab, in welchem die Wärme des Abdampfes der letzteren für technologische oder Heizungszwecke Verwendung findet. Denn hierdurch steigt der Wirkungsgrad der Dampfmaschinenanlage bis etwa 70 %.

Unter den nicht stationären Anlagen nehmen die Eisenbahnen den breitesten Raum ein. De Grahl[1]) gibt den auf den Gesamtbetrieb treffenden thermischen Wirkungsgrad für Dampflokomotiven schätzungsweise zu 4,5—5 % an. Für den elektrischen Bahnbetrieb ermittelt er den Gesamtwirkungsgrad wie folgt:

| | Verlust | Gesamtwirkungsgrad |
|---|---|---|
| Generatoren 5000 Volt . . . . . . . . . . . . . . . | 9 % | 91,0 % |
| Kraftwerkstransformatoren 5000/50000 Volt . . . . | 5 % | 86,45 %[2]) |
| Hochspannungsleitung 50000 Volt . . . . . . . . . | 4 % | 83,0 %[3]) |
| Unterwerkstransformatoren 50000/15000 Volt . . . | 5 % | 78,85 % |
| Fahrleitung 15000 Volt . . . . . . . . . . . . . | 9 % | 71,75 % |
| Lokomotivtransformatoren 15000/100—200—300 Volt | 6 % | 67,45 % |
| Elektromotoren der Lokomotiven . . . . . . . . . | 20 % | 53,96 % |

Da bei 5 % Durchschnittswirkungsgrad der Dampflokomotive zu 1 KWh. nützlicher Arbeit 2,4 kg Kohle zu 7000 WE. benötigt werden, dürfte bei obigem Wirkungsgrad des elektrischen Betriebes der Strompreis pro 1 KWh. 1,33mal teurer sein, als 1 kg Kohle von 7000 WE. Es wäre aber falsch, aus dieser Beziehung allein die Wirtschaftlichkeit des elektrischen Bahnbetriebes gegenüber dem Dampfbetrieb als erwiesen zu betrachten. Wir werden noch Gelegenheit nehmen, bei der Besprechung der Elektrisierung der bayerischen Eisenbahnen auf verschiedene Faktoren zurückzukommen, die hier eine Rolle spielen.

Nicht ganz so ungünstig wie für die Dampfkraftmaschinen gestalten sich die Umstellungsmöglichkeiten für die Verbrennungskraftmaschinen, wenn man lediglich den Wirkungsgrad berücksichtigt. Hier vermindern sich die Energieverluste wesentlich durch die Verringerung der Zahl der Energieumwandlungen. Im Dieselmotor z. B. wird die Umwandlung der chemischen Energie unmittelbar bewerkstelligt. Dementsprechend steigt hier der Nutzeffekt bei Anwendung von Petroleum und Rohöl auf etwa 33 % gegen 6—20 % bei der Dampfmaschine. Da es sich bei den Verbrennungsmaschinen in der überwiegenden Mehrheit um Maschinen handelt, die nicht unmittelbar auf Kohle eingestellt sind, wie sie im Bergwerk anfällt (eine Ausnahme bilden z. B. Sauggasanlagen), nehmen sie in unserer Untersuchung eine Sonderstellung ein, der im nächsten Abschnitt Rechnung getragen werden soll.

Die reine Wärmeerzeugung haben wir bereits in einem früheren Abschnitt grundsätzlich behandelt[4]). Normalerweise verweist die Technologie der Energien hier auf das Gebiet der Verbesserung der Wirkungsgrade bestehender Anlagen zum Zwecke der Brennstoffersparnis, solange der technische Fort-

---

[1]) Vgl. De Grahl: Wirtschaftliche Verwertung der Brennstoffe, 2. Aufl. München-Berlin: R. Oldenburg 1921.

[2]) 0,91 × 0,95 = 0,8645 = 86,45 %.

[3]) 0,8645 × 0,96 = 0,83 = 83,0 % usw.

[4]) Vgl. Die Wärmeerzeugung aus Kohle und aus Hydroelektrizität, S. 19ff.

schritt oder die Strompreisgestaltung nicht die wirtschaftliche Verwendung von Wasserstrom statt Kohlen ermöglicht.

Bis dahin wird man eine wesentliche Steigerung des Nutzeffektes von Brennstoffen — wenigstens bei solchen Feuerungen, welche hohe Temperaturen liefern — durch den Vorgang der Rekuperation oder der Wärmeregeneration zu erreichen suchen, indem man die Wärme der heiß abziehenden Rauchgase dazu benutzt, die Verbrennungsluft — und wo man es mit Gasfeuerungen zu tun hat — die Heizgase vorzuwärmen. Hierher gehören u. a. die Zementier- und Temperöfen, die mannigfaltigen Schmelzöfen der Metall- und keramischen Industrie, die Koksöfen, die Brennöfen der Zementindustrie, die Gaserzeuger für verschiedenste Zwecke, sowie endlich die zahlreichen Einrichtungen der chemischen Industrie. Während in einem Stahlschmelzofen ohne Regeneration der Abhitze nur 26 % des Wärmeinhalts der Kohle nutzbar gemacht werden kann, steigert sich der Nutzeffekt derselben bei Anwendung von Regeneratoren auf ungefähr das Doppelte.

Die Ausnahmefälle, in denen zur Erzeugung von Wärme für technologische Zwecke Hydroelektrizität Verwendung findet, sind die elektrochemischen und elektrometallurgischen Prozesse. Da solche Betriebe aber von besonderen wirtschaftlichen Bedingungen abhängig sind, insbesondere vom Strompreis, andererseits bezüglich des Strombedarfes nach Zeit und Menge aus dem Rahmen aller übrigen umstellbaren Betriebe herausfallen, müssen auch diese, wie die elektrischen Bahnen gesondert behandelt werden.

### d) Zusammenfassung und Schlußfolgerung.

Die Zusammenfassung der Ergebnisse unserer Betrachtungen über die technisch-wirtschaftlichen Bedingungen für die Umstellung von Kohlenenergie auf Hydroelektroenergie ergibt nun folgendes Bild:

Zunächst gaben uns die Betrachtungen über die Tendenzen der Energieerzeugungskosten in ihrer Auswirkung auf die derzeitigen Verhältnisse und über die technologischen Bedingungen bei Wärmeerzeugung Veranlassung, für unsere Untersuchung reine Wärmebetriebe — von den genannten Ausnahmefällen abgesehen — als auf hydroelektrische Energie nicht umstellbar zu bezeichnen. Für die reinen Kraftbetriebe ergab sich dagegen unter den gemachten Voraussetzungen die hohe Möglichkeit für eine Umstellung auf Wasserkraftenergie. Wenn, wie schon erwähnt, für den einen oder anderen Betrieb auch Bedingungen vorliegen mögen, welche die Wirtschaftlichkeit einer solchen Umstellung — heute oder für die Zukunft — immerhin in Frage stellen, sollen trotzdem, unter Berücksichtigung der günstigen Wirkungsgradverhältnisse bei Wasserkraft—Dynamo—elektrischer Energie, die Voraussetzungen für die Umstellung derjenigen Betriebe als gegeben angenommen werden, welche bislang Kohle als Betriebsstoff für ihre Dampfkraftmaschinenanlagen ohne Abwärmeverwertung benutzten.

Die Statistik, welche in allen Arten von Betrieben, also auch in jenen mit ausschließlichem Kraftbedarf häufig verschiedenartige Kraftmaschinen als gleichzeitig verwendet aufweist, fordert eine Klarstellung nach der Richtung, wie weit wir den Begriff „Kohle“ fassen wollen, da es ja hiervon abhängt, ob „Gaskraftmaschinen“ oder „andere Kraftmaschinen“ (Formblatt für die Maschinenerhebung in Bayern!)[1]) in die vorliegende Untersuchung mit einzubeziehen sind oder nicht.

---

[1]) Siehe S. 10.

In einem früheren Abschnitt haben wir kurz darauf hingewiesen, daß sich das Streben der Technik Kohle einzusparen, unter anderem in einer Erweiterung der Brennstoffbasis auswirkt. Es handelt sich dabei in erster Linie um Verwendung minderwertiger Brennstoffe, von denen uns besonders stark wasserhaltige Förderbraunkohle und Torf einerseits, Kohlenstaub, Abfälle der Kohlenwäsche usw. andererseits interessieren. Demgemäß hätten derartige Brennstoffe und die mit ihnen arbeitenden Betriebe von unserer Untersuchung auszuscheiden. Dies ist aber nach Anlage der Statistik praktisch nicht durchführbar, weil Angaben hierüber gänzlich fehlen. Wenn wir also in der vorliegenden Untersuchung den Begriff „Kohle" lediglich auf Anthrazit, Steinkohle und wasserarme Braunkohle (mit einem Heizwert von etwa 5000 WE.), außerdem auf Stein- und Braunkohlenbriketts, sowie Koks erstrecken, und trotzdem alle — nach weiter unten folgenden Richtlinien — in Betracht kommenden Dampfkraftmaschinen umstellen, so müssen wir uns stets vor Augen halten, daß das hierdurch gewonnene Resultat einen etwas zu großen Wert darstellt.

Die flüssigen und gasförmigen Kohlenderivate, welche als Betriebsstoffe der „Verbrennungskraftmaschinen" Verwendung finden, werden im allgemeinen als Produkte angesehen, welche bei Veredelung der Kohle anfallen, d. h. bei einem Verfahren, welches mit zu den sichersten und erfolgreichsten für eine wirtschaftliche Verwertung derselben dient. Nach unserer Begrenzung des Begriffes „Kohle" scheiden sie an und für sich von unserer Untersuchung aus. Deshalb wollen wir die Frage offen lassen, inwieweit „Verbrennungskraftmaschinen" für die Umstellung auf Hydroelektrizität aus volkswirtschaftlichen Gründen im Einklang mit technisch-wirtschaftlichen Erwägungen reif sind. Wenn gleichwohl in der Untersuchung eine „theoretische" Umstellung der „Gas- und anderen Kraftmaschinen" vorgenommen wird, so verfolgen wir damit lediglich den Zweck, für die bayerische Wasserkraftwirtschaft ein klares Zukunftsbild nach einer Seite hin zu bekommen. Denn indem wir auch noch diese Energiebasis soweit als angängig durch Wasserstromenergie ersetzen, kommen wir auf einen theoretischen Maximalwert des demnächstigen elektrischen Kraftbedarfs in Bayern und damit auf einen Größtwert der benötigten Wasserkräfte für die Umstellungszwecke.

Um unser eigentliches Ziel, das die Beziehung zwischen Kohlenenergie („Kohle" in oben festgelegtem Sinne) und Wasserkraftenergie im bayerischen Gewerbe dartun soll, klar hervortreten zu lassen, soll vorstehende „theoretische" Umstellungsmöglichkeit der Verbrennungskraftmaschinen — aber nur hinsichtlich des hieraus resultierenden Strombedarfs bei Verzicht auf Feststellung der „Brennstoff"einsparungsmöglichkeit — für sich getrennte Behandlung finden.

Mit diesen Voraussetzungen können wir nun unsere weiteren Erwägungen über die noch verbleibenden Betriebsgruppen — nach Ausscheidung der reinen Wärmebetriebe und der reinen Kraftbetriebe — fortsetzen. Es handelt sich dabei um außerordentlich vielerlei Betriebe, die sowohl Kraft als auch Wärme verbrauchen. Soweit solche Betriebe ihren mechanischen Energieverbrauch aus der chemischen Energie der Kohle decken, seien sie hinsichtlich ihrer Umstellungsmöglichkeiten von dem Gesichtspunkt der Abdampfverwertung aus betrachtet. Wenn der Wärmeverbrauch etwa der bei der Krafterzeugung anfallenden Abdampfwärme entspricht oder größer ist, sprechen unsere bisherigen Ergebnisse gegen eine Umstellung. Daher rücken auch die hierfür in Frage kommenden Betriebe in die große Gruppe der nicht umstellbaren Betriebe ein. Mit dem Wachsen des Dampfkraftverbrauches gegenüber dem Dampfwärmeverbrauch sinkt der Wirkungsgrad der Gesamtanlage und in gleicher Weise steigt

die wirtschaftliche Möglichkeit, wenigstens eine teilweise Umstellung vorzunehmen.

Weiterhin haben wir noch jene Produktionsstätten einzureihen, bei denen die Wärme direkt aus Kohle gewonnen wird[1]), weil die praktische höchstmögliche Dampftemperatur für den technologischen Zweck zu niedrig ist, bei denen aber gleichzeitig mit Kohle auch noch Kraft erzeugt wird. Es wäre verlockend, hier den Kraftbetrieb auf Hydroelektrizität umzustellen. Die Technologie der Energien weist die Technik aber in erster Linie auf die Verbesserung des Wirkungsgrades der Wärmeanlage, indem mit den heißen Abgasen in geeigneten Dampfkesseln Dampf erzeugt wird, welcher dann zur Kraftgewinnung dient. Wo dies aber nicht möglich ist, kommt Ersatz der Dampfkraftanlage mit direkter Kohlenfeuerung durch elektrische Energie in Frage.

Die gewonnenen generellen Richtlinien, welche eine technisch-wirtschaftliche Grenze für die Umstellung unter Verzicht auf Berücksichtigung der individuellen Betriebsverhältnisse zieht, dabei ,,Gas-" und ,,andere Kraftmaschinen" der statistischen Erhebung gesondert behandelt, sind nachfolgend noch einmal übersichtlich zusammengestellt:

| Ganz umstellbar: | Teilweise umstellbar: | Nicht umstellbar: |
|---|---|---|
| Betriebe, die fast nur Kraft benötigen.<br><br>Ausnahmen: Wärmebetriebe (hohe Temperaturen) unter bestimmten Voraussetzungen. (Elektrochemische u. elektrometallurgische Betriebe.) | Kraftbetriebe mit Abdampfverwertung, wenn Abdampf nur teilweise verbraucht wird. (Kraftbetrieb teilweise umstellbar.) Wärmebetriebe (hohe Temperaturen) mit Kraftbedarf, wenn letzterer mit der Abwärme nicht gedeckt werden kann. (Kraftbetrieb umstellbar.) | Betriebe, die fast nur Wärme benötigen.<br>Betriebe mit Kraft- und Dampfbedarf für Wärmezwecke, wenn letzterer gleich oder größer ist als der verfügbare Abdampf.<br>Wärmebetriebe (hohe Temperaturen) mit Kraftbedarf, wenn letzterer mit der Abwärme gedeckt werden kann. |

Die nächste Aufgabe besteht nun darin, die Gruppierung der verschiedenartigen gewerblichen Betriebe nach diesen generellen Richtlinien praktisch zu verwirklichen, um sodann zu einer Energiebilanz zu gelangen. Wir kommen damit zur speziellen Aufbereitung des statistischen Materials.

# III. Die spezielle Aufbereitung des statistischen Materials.

## 1. Übersicht über die gewerblichen Kraftmaschinenbetriebe nach Zahl, Standort und Leistungsfähigkeit in Bayern.

Bereits in einem früheren Abschnitte wurde der Begriff ,,Gewerbe", wie er der hier benutzten Statistik vom 15. August 1917 zugrunde gelegt wurde, umrissen. Diesem Umfang der Erhebung entsprachen 257177 Gewerbebetriebe in Bayern einschließlich der Pfalz mit 1005559 beschäftigten Personen. Auf diese

[1]) Also unter Ausschaltung der Zwischenstufe ,,Dampf".

257177 Gewerbebetriebe trafen nur 31739 Betriebe mit Kraftmaschinenverwendung bei 541206 beschäftigten Personen, so daß den 225438 Betrieben ohne Maschinenverwendung 464353 beschäftigte Personen entsprachen. Während demnach in jedem Maschinenbetrieb im Durchschnitt 17 Personen beschäftigt waren, sinkt dieser Anteil bei den übrigen Betrieben auf durchschnittlich 2 Personen, d. h. der größte Teil der gewerblichen Betriebe in Bayern ist kleinbetrieblich organisiert. Diese Tatsache wird durch die folgenden statistischen Zahlen noch erhärtet. Ohne Berücksichtigung der Maschinenverwendung waren nämlich in Gesamtbayern 1907 **92,91** % und 1917 **93,48** % sämtlicher Betriebe Kleinbetriebe mit höchstens 5 beschäftigten Personen je Betrieb. Demgegenüber umfaßten die bayerischen Großbetriebe mit mehr als 50 beschäftigten Personen 1907 0,64 % und 1917 0,72 % aller gewerblichen Betriebe. Die Zahl der bayerischen Riesenbetriebe (mit mehr als 1000 beschäftigten Personen) und der darin beschäftigten Personen ist in diesem Zeitraum von 39 auf 54, bzw. von 74666 auf 135567 angewachsen[1]).

Freilich kann uns die Zahl der beschäftigten Personen noch keinen Maßstab für die Feststellung der energiewirtschaftlichen Bedeutung eines Betriebes abgeben, wenn nicht zugleich der Umfang der Maschinenverwendung mitberücksichtigt wird. Die Zahl der Maschinenbetriebe in Bayern im Jahre 1917 wurde bereits angeführt. Wie aus dem Formblatt zur Erhebung der Maschinenverwendung hervorgeht, wurden dabei nur Kraftmaschinen erfaßt, dagegen keine Dampfgefäße, Arbeitsmaschinen u. dgl. Diese Antriebsmaschinen wurden zergliedert in Turbinen, Wasserräder, Dampfkraftmaschinen, Gaskraftmaschinen, andere Kraftmaschinen, elektrische Generatoren, elektrische Motoren. Insgesamt ergab die statistische Erhebung am 15. August 1917 88737 Maschinen, welche sich auf die 31739 Maschinenbetriebe verteilten. Es trafen demnach auf einen Maschinenbetrieb im Durchschnitt 2,8 Kraftmaschinen. Ein Vergleich mit der gewerblichen Betriebszählung des Jahres 1907 kann, da die Zahl der Maschinenbetriebe damals nach anderen Gesichtspunkten festgestellt wurde wie im August 1917, während die Feststellung der Zahl der Maschinen selbst ganz fehlt, nur hinsichtlich der Leistungen vorgenommen werden, worauf noch zurückgekommen werden soll. Vom Jahre 1914 bis zum August 1917 vermehrte sich die Zahl der verwendeten Kraftmaschinen von 82796 auf 88737. Diese Mehrung ist ausschließlich auf dem Gebiete der elektrischen Maschinen vor sich gegangen (+ 7103 Maschinen), während die übrigen Kraftmaschinen der Zahl nach eine Abnahme (— 1162 Maschinen) zeigen. Die folgende Tabelle gibt an, wie sich diese 88737 Maschinen, sowie die vorgenannten Veränderungen seit 1914 auf die einzelnen Kraftmaschinenarten verteilen.

Tabelle 1.

| | Zahl der am 15. August 1917 verwendeten Maschinen | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | überhaupt | darunter | | | | | | |
| | | Turbinen | Wasserräder | Dampfkr.-masch. | Gaskraft-masch. | andere Kraft-masch. | elektr. Generatoren | elektr. Motoren |
| Mehrung (+) Minderung (—) v. 1914—1917 | 88737<br>+5941 | 2869<br>— 29 | 8629<br>— 527 | 7188<br>— 219 | 2613<br>— 324 | 5073<br>— 18 | 4587<br>+ 133 | 57778<br>+6970 |

[1]) Vgl. Heft 90 der Beiträge zur Statistik Bayerns (a. a. O.) S. 70 und Heft 82 der Beiträge zur Statistik Bayerns, S. 115ff.

Welchen Anteil die einzelnen Landesteile an diesen Maschinenarten im Jahre 1917 hatten, zeigt die nachstehende Übersicht.

Tabelle 2.

| Regierungs-bezirke | Zahl der | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Turbinen | Wasser-räder | Dampfkr.-masch. | Gaskraft-masch. | andere Kraft-masch. | elektr. Gene-ratoren | elektr. Motoren | Kraft-masch. insgesamt |
| Oberbayern . . | 779 | 1461 | 1433 | 269 | 1470 | 1142 | 15011 | 21565 |
| Niederbayern | 293 | 1493 | 699 | 218 | 325 | 415 | 2011 | 5454 |
| Pfalz . . . . . . . . | 159 | 334 | 1484 | 418 | 567 | 516 | 10254 | 13732 |
| Oberpfalz . . . . | 189 | 1441 | 694 | 128 | 299 | 372 | 2815 | 5938 |
| Oberfranken . . | 299 | 1016 | 683 | 238 | 277 | 517 | 3557 | 6587 |
| Mittelfranken . | 363 | 866 | 854 | 765 | 913 | 637 | 12201 | 16599 |
| Unterfranken | 134 | 1017 | 738 | 253 | 442 | 356 | 3700 | 6640 |
| Schwaben . . . | 653 | 1001 | 603 | 324 | 780 | 632 | 8229 | 12222 |

Wenn diese Übersicht auch die Tatsache der ausgiebigen Verwendung von Wasserkräften in Südbayern (Oberbayern und Schwaben) bestätigt und auf gewerbliche Schwerpunkte Bayerns hinweist, so gibt sie doch nur ein unklares Bild über die Maschinenverwendung in Bayern, solange ihr nicht die Leistungsfähigkeit der Maschinen gegenübergestellt wird.

Das bayerische statistische Landesamt ermittelte diese für 1907 und 1917, wie folgt:

| | Zahl der Pferdestärken (Wasser- u. Wärmekraft-usw.Masch.) | Zahl der Kilowatt (elektr. Maschinen) |
|---|---|---|
| 1907 . . . . . | 644884,0 | 89086,70 |
| 1917 . . . . . | 1036715,07 | 2147930,79 |

Mehrung von 1907—1917:

| der Pferdestärken abs. | der Pferdestärken % | der Kilowatt abs. | der Kilowatt % |
|---|---|---|---|
| 391831,07 | 60,76 | 2058844,09 | 2311,0 |

Hierzu sagt der Bericht des statistischen Landesamtes[1]): „Für die Beurteilung der annähernden Richtigkeit dieser Zahlen mag folgendes bemerkt werden: Von 1895—1907 erhöhte sich die Zahl der gewerblichen Motorenbetriebe (Haupt- und Nebenbetriebe) um 10549 (48,3 %) und die Zahl der Pferdestärken um 326333 (103,40 %); von 1907—1917 nahm die Zahl der Motorenbetriebe (Einzel- und Gesamtbetriebe) um 64691 (269,03 %), die Zahl der Pferdestärken um 391831,07 (60,76 %) zu. Aus der Tatsache, daß die prozentuale Mehrung der Maschinenbetriebe seit 1907 beständig steigt, und gleichzeitig die der Leistungsfähigkeit nach Pferdestärken sinkt, kann auf eine starke Zunahme derselben nach Kilowatt geschlossen werden, wie sie auch tatsächlich vorliegt.“

Dieser Schluß des statistischen Landesamtes ist hinsichtlich der zusammengefaßten installierten Leistungsfähigkeit der el. Generatoren + el. Motoren im Prinzip richtig[2]). Vollkommend irreführend wäre es aber, für das Anwachsen der Leistungen nach Kilowatt (d. h. der elektrischen Generatoren und Motoren)

[1]) Vgl. Heft 90 der Beiträge zur Statistik Bayerns (a. a. O.), S. 104.

[2]) Die Tatsache besagt aber nichts bezüglich der Energiequellen und der Größe des Energieverbrauchs. Man vergesse nicht, daß Generatoren und elektrische Motoren nur Zwischenglieder für den Energieumwandlungsprozeß darstellen; die eigentlichen Energieerzeugungsmaschinen sind hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit ausschließlich unter den „Pferdestärken“ aufgeführt.

vorgenannte Zahlen zugrunde zu legen, da letztere — wie noch gezeigt wird — das Doppelte der wirklich vorhandenen installierten Leistungen — vielleicht sogar auch mehr — angeben dürften.

Die Verteilung der oben angeführten Leistungsfähigkeit der Kraftmaschinen auf die einzelnen Maschinenarten ist der Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3.

| Zeit | Leistungsfähigkeit der verwendeten | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Turbinen | Wasserräder | Dampfkraftmaschinen | Gaskraftmaschinen | andere Kraftmaschinen | elektrische Generatoren | elektrische Motoren |
| | in Pferdestärken | | | | | in Kilowatt | |
| 1914 | 174980,75 | 73096,19 | 607831,45 | 62950,24 | 69553,73 | 784465,49 | 1145155,61 |
| 15. August 1917 | 175398,75 | 69082,44 | 627758,61 | 84751,33 | 79723,94 | 835844,50 | 1312086,29 |

Mit Ausnahme der Wasserräder ist also trotz Abnahme der Zahl der unter „Pferdestärken“ registrierten Maschinen deren Leistungsfähigkeit gestiegen, d. h. die Leistungen der Maschineneinheiten wuchsen auf Kosten der Maschinenzahl. Dies kommt auch in der nachstehenden Übersicht (Tabelle 4) zum Ausdruck.

Tabelle 4.

| Zeit | Durchschn. Leistungsfähigkeit pro Maschine und zwar bei | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Turbinen | Wasserräder | Dampfkraftmaschinen | Gaskraftmaschinen | andere Kraftmaschinen | elektrische Generatoren | elektrische Motoren |
| | in Pferdestärken | | | | | in Kilowatt | |
| 1914 | 58,7 | 8,1 | 82,0 | 21,4 | 13,7 | 176,1[1]) | 22,5 |
| 15. August 1917 | 61,1 | 8,0 | 82,3 | 32,4 | 15,7 | 182,1[1]) | 22,7 |

## 2. Über das statistische Schlüsselmaterial und seine Verwendung.

Leider hat das statistische Landesamt bei der Aufbereitung der Ergebnisse der gewerblichen Betriebszählung vom 15. August 1917 von eingehenderen Berechnungen Abstand genommen wegen der in mancher Beziehung unzuverlässigen Angaben bei der Erhebung durch die Betriebe, wofür die Gründe bereits in einem früheren Abschnitt angeführt wurden[2]). Deshalb konnte sie auch keine Unterlagen dafür bereitstellen, wie sich die Leistungsfähigkeit der Maschinen geographisch über Bayern verteilt. Die Tabelle 5 des Tabellenwerkes in Heft 90 der Beiträge zur Statistik Bayerns gibt lediglich die Verteilung der Maschinenarten nach Zahl und Leistungsfähigkeit auf die Einzel- und Gesamtbetriebe der Gewerbegruppen I—XXVI, und zwar für Gesamtbayern an. Sie umfaßt also die Rheinpfalz, die wir aber unberücksichtigt lassen wollen. Außerdem verzichtet die Tabelle 5 auf die Feststellung der Lage der Schwerpunkte für die Kraftmaschinenbenützung, während wir deshalb Wert darauf legen, weil sie uns damit die Energiebedarfszentren angibt. Schließlich geht die Gliederung der gewerblichen Betriebe in Abteilungen und Gruppen für unsere Zwecke nicht

[1]) Die Unstimmigkeit der durchschnittlichen Leistungsfähigkeit der Generatoren beim Vergleich mit den übrigen Maschinen wird aufgeklärt durch die Verhältnisse, welche auf S. 31ff. Erwähnung finden.

[2]) Vgl. Heft 90 der Beiträge (a. a. O.), S. 104.

weit genug. Wir mußten deshalb auf das nicht veröffentlichte Schlüsselmaterial zurückgreifen, wobei wir uns von den folgenden Gesichtspunkten leiten ließen. Die Feststellung der Energiebedarfszentren brauchte bei der großzügig gedachten Energieausgleichung im Bayernwerknetz nicht zu sehr ins Kleine zu gehen. Vielmehr dürfte hier die Beschränkung unserer Untersuchung auf Regierungsbezirke als zweckdienlich zu betrachten sein. Dagegen konnte für die Feststellung des Grades der Umstellbarkeit der einzelnen Gewerbebetriebe an Hand der gefundenen generellen Richtlinien auf eine Gliederung der Betriebe bis herunter zu den Gewerbearten des Gewerbeschemas nicht verzichtet werden, soweit die Gewerbeabteilung B: Industrie einschließlich Bergbau- und Baugewerbe, in Frage kam. Gegenüber dieser treten die Gewerbeabteilungen A und C hinsichtlich der Leistungsfähigkeit der Wasser- und Wärmekraftmaschinen zurück, wie nachstehende Übersicht zeigt:

Tabelle 5.

| Gewerbeabteilungen | Leistungsfähigkeit der am 15. August 1917 verwendeten | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Turbinen | Wasserräder | Dampfkraftmaschinen | Gaskraftmaschinen | andere Kraftmaschinen | elektrische Generatoren | elektrische Motoren |
| | in Pferdestärken | | | | | in Kilowatt | |
| A. Gärtnerei, Tierzucht und Fischerei | 28 | 26 | 21 | 63 | 209 | 67 | 1243 |
| B. Industrie einschl. Bergbau u. Baugew. | 174411 | 68403 | 606221 | 82456 | 75112 | 826221 | 1018931 |
| C. Handel u. Verkehr einschl. Gast- und Schankwirtschaften | 960 | 653 | 21516 | 2233 | 4403 | 9556 | 291913 |

Die Gewerbeabteilung C umfaßt in den Gewerbegruppen XXI bis mit XXVI Handelsgewerbe, Versicherungsgewerbe, Verkehrsgewerbe (ausschließlich Post und Eisenbahn), Beherbergung, Gast- und Schankwirtschaften, Musik-, Theater- und Schaustellungsgewerbe und sonstige Anstalten. Es ist leicht einzusehen, daß hier die Gliederung in ganz, teilweise und nicht umstellbar ohne Kenntnis der betriebsindividuellen Verhältnisse ganz besondere Schwierigkeiten bieten würde. Feststehend ist aber die Tatsache, daß ein großer Teil der hier in Frage kommenden Betriebe mit Dampfkraftmaschinenverwendung den Dampf nicht nur zur Kraftgewinnung, sondern auch zur Wärmeerzeugung (Kochen, Heizen, Dämpfen, Trocknen usw.) heranzieht, daher — entsprechend den generellen Richtlinien — nur teilweise oder nicht umstellbar ist. Was dann noch an umstellbaren Dampfkraftmaschinen übrigbleibt, ist nur ein sehr kleiner Prozentsatz der umstellbaren Dampfkräfte der Gewerbeabteilung B (schätzungsweise 2—3 %). Es wird deshalb von ihrer Untersuchung, wie auch von jener der Abteilung A abgesehen, diese vielmehr nur auf die Gewerbeabteilung B beschränkt.

Die Gesamtheit der vorstehend angestellten Überlegungen ließ die Benutzung der nichtveröffentlichten Hilfsübersichten zu Tafel 4 (Maschinenverwendung) und zu Tafel 5 (Kohlen- und Stromverbrauch) der statistischen Aufbereitung als das Zweckdienlichste erscheinen. Die ersteren geben für jede Gewerbeart und jeden Regierungsbezirk die Gesamtzahl der Maschinen verwendenden Betriebe und der darin beschäftigten Personen an, gegliedert nach tätigen und ruhenden Einzelbetrieben bzw. Gesamtbetrieben; für jede Maschinenart dabei Zahl der Betriebe, Zahl der Maschinen und Leistungsfähigkeit in PS. bzw. kW., und zwar für die Jahre 1914 und 1917. Freilich ist daraus nicht zu entnehmen, wie

sich diese Zahlen auf jeden dieser Betriebe verteilen. Wenn man sich aber daran erinnert, was bezüglich der Behandlung der Gesamtbetriebe in dieser Statistik früher ausgeführt wurde, so ist leicht einzusehen, daß eine so weitgehende Unterteilung für die vorliegenden Zwecke nutzlos sein mußte. Die Hilfsübersichten zu Tafel 5 sind ebenfalls auf die Gliederung nach Gewerbearten eingestellt. Sie umfassen zahlenmäßig sämtliche kohlen- und stromverbrauchende Betriebe (d. h. auch jene ohne Maschinenverwendung) in den einzelnen Regierungsbezirken für jede Gewerbeart, ferner die beschäftigten Personen und die Kohlen- und Stromverbrauchsziffern für 1914 und 1916 (2. Kriegsjahr).

Diese Aufstellung wurde getrennt vorgenommen für Einzelbetriebe und für Gesamtbetriebe. Dabei wurden für beide Fälle Betriebe „bis zu 20 Personen“ und solche „über 20 Personen“ unterschieden.

Es waren demnach die statistischen Zahlen der Hilfsübersicht zu Tafel 4 mit jenen der Hilfsübersicht der Tafel 5 zunächst nicht ohne weiteres vergleichbar, sofern die Anzahl der Betriebe und der darin beschäftigten Personen derselben Gewerbeart und des gleichen Regierungsbezirkes nicht von vorneherein übereinstimmten. Diese Voraussetzung war bei Gesamtbetrieben in einzelnen Fällen gegeben, bei Einzelbetrieben meist für jene Gewerbearten, welche eine Kraftmaschinenverwendung bedingen. Für die Durchführung der Untersuchung war diese Übereinstimmung ohne Zweifel sehr wertvoll. Als Schlußresultat konnte die Verarbeitung der Hilfsübersichten zu Tafel 5 dagegen nur soweit Wert gewinnen, als es gestattete, den Gesamtkohlenverbrauch der untersuchten Gewerbearten bezüglich der Größenordnung in Vergleich zu setzen mit der möglichen Kohlenersparnis. In erhöhtem Maße gilt dies für die Stromverbrauchsziffern, weil einmal das Fehlen von Zählern in manchen Betrieben, andererseits das Zusammenfassen von Kraft- und Lichtstrom zu Zahlen führt, die nicht einwandfrei sind.

Soviel über Umfang und Aufmachung des benutzten Schlüsselmaterials! Von seinem Gesamtinhalt wurden der Untersuchung — im Einklang mit dem gesteckten Ziele — nur die Dampfkraftmaschinen, Gaskraftmaschinen und anderen Maschinen unterstellt, wobei die beiden letzteren — eingedenk ihrer besonderen Stellung im Rahmen unseres Problems — zweckmäßig zu einer Maschinengattung zusammenzufassen waren. Es fragte sich noch, ob die Heranziehung der Statistik für die elektrischen Maschinen (Generatoren und Motoren) dem Zwecke dienlich sein konnte, ein Bild vom Stande der Elektrisierung der Betriebe zu geben. Die außerordentliche Unzuverlässigkeit der einschlägigen statistischen Zahlen konnte hierzu allerdings nicht ermuntern. Um diese Vergleichsmöglichkeit gleichwohl unserer Untersuchung (Gewerbeabtlg. B) nutzbar zu machen, wurden diese Kilowattzahlen kritisch geprüft, indem sie mit der Zahl der beschäftigten Personen, der Zahl und Leistungsfähigkeit der übrigen Kraftmaschinen, dem Kohlenverbrauch, bzw. der Stromerzeugung (Stromverbrauch) in Einklang gebracht wurden. Beispielsweise führt die Hilfsübersicht zu Tafel 4 unter XIV a, 1/276 (Getreidemahl- und Getreideschälmühlen) in der Oberpfalz 774 Gesamtbetriebe mit Maschinenverwendung an, die zusammen 4031 PS. im Jahre 1914, 3920 PS. im Jahre 1917 an Turbinen-, Wasserräder-, Dampf-, Gas- und anderen Kraftmaschinenleistungen aufweisen. Davon waren 1914 10, 1915 11 Betriebe mit Dampfkraftmaschinen ausgerüstet zu 190 bzw. 225 PS. Leistung. Der Kohlenverbrauch wird ausgewiesen zu 1049 t, bzw. 878 t in den Jahren 1914 und 1916, und zwar bezogen auf 36 Betriebe. Diesen Maschinen stehen nun in der Statistik die unmöglichen Leistungsziffern von 75392, bzw. 75687 kW. an Generatorenleistung

in 15 Betrieben bei 298 bzw. 294 kW. elektrischer Motorenleistung in 12 bzw. 9 Betrieben in den Jahren 1914 bzw. 1917 gegenüber mit einem Stromverbrauch von 128000 kWh. in den Jahren 1914 und 1916, welcher durch Eigenerzeugung Deckung fand. Solche Fälle offensichtlichen Irrtums seitens mancher Betriebe bei der statistischen Erhebung traten des öfteren auf und führten durch Schätzung zu einer Verringerung der Gesamtkilowattleistung für elektrische Generatoren und elektrische Motoren der unserer Untersuchung zugrunde liegenden Betriebe. Wo ein Irrtum nicht ausgiebig oder nicht sicher festzustellen war, wurden die statistischen Zahlen natürlich belassen. Gleichwohl ergab sich für den Umfang unserer Untersuchung eine — vorsichtig geschätzte — Leistungsreduktion von etwa 310000 kW. für Generatoren und etwa 167000 kW. für Elektromotoren. Die verbleibenden Leistungen stellen sich demgegenüber auf 205962 kW. für Generatoren, 365704 kW. für Elektromotoren. Wie hoch sich der Fehler für die von uns nicht erfaßten Betriebe beläuft, wurde hier nicht untersucht. Die vorgenannten, der Größenordnung nach berichtigten Leistungszahlen der elektrischen Maschinen wagen wir den Leistungszahlen der Wärmekraftmaschinen zahlenmäßig gegenüberzustellen.

Nach diesen Betrachtungen über die Verwendung des Schlüsselmaterials kommen wir zur Gruppierung der Gewerbebetriebe entsprechend den generellen Richtlinien.

## 3. Zergliederung des Gewerbeschemas in umstellbare, teilweise und nichtumstellbare Gewerbearten.

Die Gewerbeabteilung B des Gewerbeschemas vom Jahre 1917 umfaßt 365 Gewerbearten. Natürlich sind diese in Bayern nicht alle vertreten. Durch Ausschaltung des Regierungsbezirkes Pfalz, ferner durch Ausscheidung jener

Tabelle 6[1]).

| Angabe der Leistung | Maschinenleistungen in der Gewerbeabteilung B und zwar | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | an Dampfkraftmaschinen | | | | an Gas- und „anderen“ Kraftmaschinen | | | |
| | im rechtsrheinischen Bayern | | in der Pfalz | | im rechtsrheinischen Bayern | | in der Pfalz | |
| | 1914 | 1917 | 1914 | 1917 | 1914 | 1917 | 1914 | 1917 |
| in PS. | 422796 | 425885 | 172236 | 180337 | 102278 | 110599 | 22950 | 46967 |
| in % der Gesamtleistung Gesamtbayerns | 69,5 | 68,0 | 28,3 | 28,7 | 77,2 | 67,2 | 13,3 | 28.6 |

[1]) Von den Leistungen der Wärmekraftmaschinen der Pfalz treffen allein auf einen Betrieb unter B VIII, d 3 des Gewerbeschemas (Bad. Anilin- u. Sodafabrik)
an Dampfkraftmaschinenleistung
1914: 36921 PS. 1917: 61432 PS.
an Gaskraftmaschinenleistung
1914: 16730 PS. 1917: 40230 PS.
Es zeigen demnach die übrigen Betriebe der Pfalz eine kräftige Abnahme der Dampfkraftmaschinenleistung, während diejenige der Gas- und anderen Kraftmaschinen ziemlich unverändert geblieben ist. Man sieht, wie die Verschiebung in einem der bayerischen Großbetriebe das Gesamtbild der Statistik zu ändern vermag, was nur möglich ist, weil die übergroße Mehrheit der Maschinenbetriebe Klein- und Mittelbetriebe sind. — Auch ein Beitrag zur Erkenntnis der gewerblichen Struktur eines Landes und seiner energiewirtschaftlichen Belange!

Gewerbearten, welche keine Maschinen verwenden, ermäßigt sich diese Zahl abermals. Berücksichtigt man noch jene Gewerbearten, die lediglich auf Wasserkraft oder elektrischen Strom eingestellt sind und deshalb bereits als „umgestellt“ zu gelten haben, dann verbleiben zur Untersuchung 204 Gewerbearten. Freilich sind hierunter noch eine erhebliche Anzahl, die kaum einige Pferdestärken Gesamtmaschinenleistung für das rechtsrheinische Bayern aufzuweisen haben, so daß sie unbedenklich vernachlässigt werden können. Sieht man aber hiervon ab, so entsprechen diesen 204 Gewerbearten im rechtsrheinischen Bayern, bzw. der Gewerbeabteilung B der Pfalz obige Wärmekraftmaschinenleistungen.

Wenn wir diese 204 Gewerbearten nun mit Hilfe der früher gefundenen generellen Richtlinien in ganz, teilweise und nicht umstellbare Gewerbearten gruppieren wollen, so stoßen wir gleich auf eine Schwierigkeit, welche in der Bezeichnung vieler Gewerbearten begründet ist. So umfaßt, um ein Beispiel zu nennen, die Klasse h der Gruppe IV Betriebe zur „Herstellung und Bearbeitung von Glas“, und zwar Gewerbeart h 1 „Gebrauchs- und Kunstglas“; h 2 „Technische Gläser“. Welche von diesen Betrieben dienen nun der Herstellung, welche der Bearbeitung und welche sowohl der Herstellung als auch der Verarbeitung des Glases in jeder dieser zwei Gewerbearten? Auf diese Fragen gibt die Statistik keine Antwort. Oder wenn es in XIII, a 2 heißt: „Sonstige Holzzurichtungen und Holzkonservierungen“, so können sich unter dieser Charakterisierung einer Gewerbeart die verschiedenartigsten technologischen Prozesse verbergen. In solchen und ähnlichen Fällen die richtige Einreihung in unser Schema zu treffen, konnte geradezu zur Pein werden, von der auch — häufig unbeantwortet gebliebene — Enqueten nicht zu erlösen vermochten. Eine zweite, ebenso große Schwierigkeit bildete für die teilweise umstellbaren Gewerbearten der Grad der Umstellungsmöglichkeit, der natürlich aus dem zur Verfügung stehenden statistischen Material nicht entnommen werden konnte, da er etwas ausgesprochen Betriebsindividuelles ist. Notwendig mußte diese Unsicherheit die Wertigkeit des Untersuchungsergebnisses insofern ungünstig beeinflussen, als über die Größe des Fehlers nach oben oder nach unten jeder Anhalt fehlte. Bei dem derzeitigen erheblichen Umfang an Neubauten von Wasserkraftanlagen hielten wir es nun für das Gegebene, zu einem Schlußergebnis zu kommen, das etwa dem Größtwert an Hydroelektrizitätsbedarf für die nächste Zukunft entspricht. Wenn wir dabei im Auge behalten, daß wir eine plötzliche „theoretische“ Umstellung vorgenommen haben, während die „praktische“ Durchführung einen Prozeß darstellt, der sich nur allmählich vollzieht, so erkennen wir, daß dieser theoretische Maximalwert schon aus diesem Grunde zunächst wahrscheinlich zu groß ist. Der Fehler bewegt sich deshalb nur noch nach einer Richtung hin. Wird nun die Spanne zwischen dem tatsächlichen, aber unbekannten Wasserstrombedarf und dem ermittelten Größtwert als jene Reserve betrachtet, welche dem Zuwachs an normaler gewerblicher Tätigkeit in den letzten Jahren, also der Weiterentwicklung des gewerblichen Lebens bis heute dient, so kommt man zu einer immerhin praktisch brauchbaren Größe. Sie ergibt sich aus dem Grundsatz, zunächst die Gruppierung der 204 Gewerbearten in ganz, teilweise und nicht umstellbar, so gut es geht, durchzuführen und dann von den teilweise umstellbaren Betrieben alle jene als ganz umstellbar zu betrachten, welche sich ihren technologischen Bedürfnissen nach nicht zu sehr den nicht umstellbaren Betrieben nähern. Der obengenannte tatsächliche Hydroelektrizitätsbedarf liegt dann zwischen dem Bedarf für die ganz umstellbaren allein und die ganz und teilweise umstellbaren zusammengenommen. Damit ist auch den etwa da und dort vorhandenen, aber zahlenmäßig

nicht erfaßbaren Umstellungsmöglichkeiten der Gruppe „nicht umstellbar“ Rechnung getragen (z. B. XVII, Bauunternehmungen).

Unter diesen Voraussetzungen und Annahmen konnte auch darauf verzichtet werden, die Gründe für die jeweilige Einreihung der sämtlichen 204 verschiedenen Gewerbearten hier einzeln aufzuführen. Dies um so mehr, als sehr viele Gewerbearten so kleine Maschinenleistungen aufweisen, daß ihre technologische Betrachtung für unser erstrebtes Ziel belanglos ist. Lediglich jene Gewerbearten, die eine Sonderbehandlung erfuhren, abweichend von den generellen Richtlinien, sowie Gewerbearten mit besonders hohen Maschinenleistungen, bei welchen der Umstellungsgrad nach unserem Schema nicht ohne weiteres festzustellen ist, sollen eine gesonderte Behandlung finden. Die Gruppierung in ganz, teilweise und nicht umstellbar wurde in besonderen Tabellen übersichtlich zusammengestellt. Diese Tafeln, von deren Veröffentlichung der hohen Druckkosten wegen Abstand genommen werden mußte, gaben gleichzeitig ein detailliertes Bild, wie sich die Leistungen der Dampf-, sowie der Gas- und anderen Kraftmaschinen der Tabelle 6 auf die einzelnen Gewerbearten und auf die einzelnen Regierungsbezirke verteilten. Sie zeigten auch ohne weiteres, welche Gewerbearten als besonders maschinenintensiv hinsichtlich Wärmekraft anzusprechen sind. Im folgenden sollen für die wichtigeren Gewerbearten jeder Gruppe die Gründe für den gewählten Umstellungsgrad kurz angeführt werden.

Unter der Gewerbegruppe III: Bergbau, Hütten- und Salinenwesen, Torfgräberei nimmt im rechtsrheinischen Bayern bezüglich der Dampfkraftmaschinenverwendung die Gewerbeklasse g: „Gewinnung von Steinkohlen (Pechkohlen) und Braunkohlen“ eine überragende Stellung ein. Umfaßt sie doch im Jahre 1917 von den 33681 PS. Dampfkraftmaschinenleistung dieser Gruppe allein 31870 PS., also 94,5 %. Diese Maschinenleistung verteilt sich ziemlich gleichmäßig auf die oberbayerische Pechkohlenförderung, sowie auf die oberpfälzische und unterfränkische Braunkohlengewinnung. Es handelt sich dabei um Kohle, deren Heizwert zwischen 1800 WE./kg und 4500 WE./kg liegt[1], d. h. also zum großen Teil um minderwertige Brennstoffe. Hält man an dem Prinzip fest, daß solche Brennstoffe tunlichst im Gebiete ihrer Gewinnung wirtschaftliche Verwendung finden müssen, um für ihren Transport nicht noch hochwertige Steinkohle zu verbrauchen, um wieviel mehr gilt dieses Prinzip dann für die beim Förderbetrieb anfallenden minderwertigen Kohlenabfälle. Es darf deshalb als elementare Forderung angesehen werden, daß die Kraftmaschinen der bayerischen Kohlenproduktionsbetriebe auf die Basis dieser „Abfallenergie“ gestellt werden. Aus diesem Grunde wurden die Dampfkraftmaschinen der Gewerbegruppe III, Klasse d unter „nicht umstellbar“ eingereiht.

Soweit diese vorgenannte Abfallenergie in den Bergwerken vollkommen aufgebraucht wird, ist es für unsere Untersuchung gleichgültig, ob die minderwertigen Kohlen über Wärmekraftmaschinen unmittelbar mechanische Energie liefern, oder über den Weg Dampf—Dynamo—Motor nutzbar gemacht werden, weil sie keinen Bedarf an Wasserkraftenergie hervorrufen. Bei genauerem Zusehen verschieben sich die Verhältnisse tatsächlich noch etwas mehr auf die Seite eines Minderbedarfes an Wasserkraftenergie. Denn sowohl in der Oberpfalz als auch in Unterfranken haben wir Braunkohlenproduktionsbetriebe, die nicht nur Kohle fördern für den Absatz, sondern die zugleich in Elektrizitätszentralen Kohlen-

[1]) Vgl. Die Kohlenwirtschaft Bayerns bis Ende 1920. Im Auftrage des bayerischen Staatsministeriums für Handel, Industrie und Gewerbe herausgegeben von der bayerischen Landeskohlenstelle und vom bayerischen Oberbergamt.

energie in elektrische Energie umwandeln, und letztere in einem ausgedehnten Überlandnetz großen Verbraucherkreisen zuführen. Diese Werke sind seit dem Kriege nicht müßig gewesen; dafür spricht nicht nur die Steigerung der Förderung in den letzten Jahren, sondern auch das Anwachsen der Absatzziffern für elektrische Energie. Die auf solchem Wege erzeugten Strommengen werden noch eine merkliche Steigerung erfahren durch die neuerschlossenen Braunkohlengruben von Schmidgaden, Schirnding, Abbach, Prüfening, Eichhofen, Alling, Rathmannsdorf, Passau und Wemding. Z. B. stützt sich der Bayerische Elektrizitätswirtschaftsverband, welcher den Kreis Niederbayern und das sogenannte Saalachgebiet (Bezirksämter Altötting, Laufen, Berchtesgaden und Teile von Traunstein) mit Licht- und Kraftstrom versorgt, durch Dampfstromlieferungsabkommen auf die Kraftwerke Hauzenberg und Haidhof. Außerdem stand er bereits im Frühjahr 1921 mit einer dieser neuen Braunkohlengruben an der Donau in Fühlung [1]). Es bergen demnach die bayerischen Braunkohlenbetriebe durch Neuaufschlüsse, Erweiterungen und technische Neuerungen [2]) Energiereserven für die Zukunft, die den Bedarf an Wasserkraftenergie verringern werden. Wenn wir diese Tatsache in unserer Untersuchung auch nicht zahlenmäßig berücksichtigen können, so müssen wir uns doch beim Schlußergebnis an sie erinnern in dem Sinne, daß unser Untersuchungsergebnis für den hydroelektrischen Energiebedarf um diese Reserven zu groß ist.

Freilich könnte man den obigen Argumenten für die Einreihung der Kohlenbergwerke in die nicht umstellbaren Betriebe die Forderung entgegenstellen, die geförderten Kohlen möglichst restlos den ausgesprochenen Wärmebetrieben zuzuführen. Ihre Erfüllung setzt aber eine Art Veredelung der minderwertigen Kohlen voraus mit dem Ziele, den Heizwert der Gewichtseinheit zu erhöhen und dadurch den teueren Transport wirtschaftlich zu rechtfertigen. Diese Veredelung verlangt aber erhebliche Wärmemengen. Die Statistik über die Dampfkraftmaschinen vom 31. Dezember 1907 [3]) weist für die Trocknung der Kohlen bei der Braunkohlenbrikettfabrikation in Bayern 19 Dampfgefäße mit 641074 l Inhalt und 1,69 Atm. Durchschnittsüberdruck aus. Die Bayerische Braunkohlen-Industrie A.-G. in Schwandorf verbraucht den mittels der eigenen Rohbraunkohle erzeugten Dampf vollkommen zur Trocknung der Rohkohle in der Brikettfabrik. Die dortigen Dampfpressen, als auch die Kraftmaschinen in der elektrischen Zentrale, sind also gewissermaßen nichts weiter als nutzbringende Reduzierventile [4]). Es weisen demnach auch diese Betrachtungen darauf hin die Einreihung der Kohlenproduktionsbetriebe unter nicht umstellbar vorzunehmen.

In der Gewerbegruppe IV: „Industrie der Steine und Erden" stehen 14037 umstellbaren Dampfkraftmaschinenpferdestärken 5417 PS. teilweise umstellbare und 13666 PS. nicht umstellbare Dampfkraftmaschinenleistungen gegenüber. Dabei umfassen die erstgenannten 14037 PS. jene Gewerbearten, welche der Gewinnung und Bearbeitung der natürlichen Steine und Nutzmineralien dienen (also die Gewerbeklassen a und e dieser Gruppe), weil bei ihnen die maschinelle Leistung in der Hauptsache im Lösen, Laden und Transport,

---

[1]) Vgl. Münchener Neueste Nachrichten, Nr. 61 vom 11. 2. 1921 (Prospekt des „Belwiband").

[2]) Z. B. erfolgreiche Vergasung der oberpfälzischen Rohbraunkohle mit Nebenproduktengewinnung (persönliche Angabe der Bayerischen Braunkohlen-Industrie A.-G. in Schwandorf).

[3]) Vgl. Die Dampfkraft in Bayern. Nach dem Stande vom 31. 12. 1907. Heft 73 der Beiträge zur Statistik Bayerns, 1909.

[4]) Nach privater Mitteilung der Bayerischen Braunkohlen-Industrie A.-G. Schwandorf an den Verfasser.

evtl. im Reinigen, Sägen, Schleifen, Polieren oder Zerkleinern besteht. Außerdem wurde die Herstellung der Zemente unter umstellbar eingereiht, soweit der Kraftbedarf in Frage kommt. Es wurde damit einer in der Fachliteratur weitverbreiteten Anschauung Rechnung getragen, obgleich damit die Möglichkeit nicht von der Hand gewiesen sein soll, daß durch geeignete wärmetechnische Maßnahmen aus den heißen Abgasen der Brennöfen Abfallkraft gewonnen werden kann [1]).

Die teilweise umstellbaren 5417 PS. verteilen sich hauptsächlich auf folgende Gewerbearten:

| | | |
|---|---|---|
| 1. Kalk-, Zement-, Gips- und Magnesiamörtel mit . . . . . . . . . . . . | 2077 PS. | Dampfmaschinenleistungen. |
| 2. Gewinnung von Ton mit . . . . . . | 1205 „ | „ |
| 3. Gewinnung und Bearbeitung von Gebrauchs- und Kunstglas mit . . . . | 1720 „ | „ |
| 4. Gewinnung und Bearbeitung von technischen Gläsern mit . . . . . . . | 50 „ | „ |

Zu den unter 1. angeführten Gewerbearten zählen die Hartstein- und Mörtelwerke. Wenn die Formulierung dieser Gewerbearten im Gewerbeschema auch keine Auskunft über den tatsächlich vorhandenen technologischen Prozeß der einzelnen in Frage kommenden Betriebe gibt, so weist doch die Tatsache, daß 1907 für diese Gewerbeart 3 Dampfgefäße mit 103500 l bei 8 Atm. Überdruck in Bayern aufgestellt waren, darauf hin, daß es sich hier zum Teil wenigstens um Werke handelt, die neben Kraft erhebliche Mengen Dampfwärme benötigen. Insoweit die Tongewinnung nicht nur im Lösen, Laden und Transport besteht, sondern auch noch in der Trocknung desselben, liegen die Verhältnisse ähnlich wie bei den Mörtelwerken. Denn auch hier wird dann (z. B. zur Entfernung des hygroskopischen Wassers) Dampf von 110⁰—120⁰ C Temperatur benötigt. Die Einreihung dieser zwei Gewerbearten unter „teilweise umstellbar" entspricht deshalb unseren generellen Richtlinien. Die Schwierigkeit der Einreihung der Glasindustrie wurde bereits weiter oben angedeutet. Die Heranziehung der Wasserkraft zur Glasschleiferei ist uralt. Soweit es sich also lediglich um solche Schleifereibetriebe handelt, ist die Umstellungsmöglichkeit gegeben, wobei der notwendige Wärmebedarf durch Ersatzbrennstoffe gedeckt werden kann. Anders liegen die Verhältnisse für die Glasherstellung. Diese ist wegen der erforderlichen hohen Temperaturen auf besonders geeignete Kohle angewiesen, sofern die Gaserzeugeranlagen noch nicht auf Rohbraunkohle, Torf oder Holz umgestellt sind. Eine wirtschaftliche Verwertung der Abhitze der Schmelz-, Kühl-, Streck- und Temperöfen ist gegeben. Unter Berücksichtigung der Wasserenergieverwertungsmöglichkeit für Glasschleifereibetriebe aber, sowie deren statistische Zusammenfassung mit den Glashütten — die übrigens auch praktisch in einzelnen kombinierten Betrieben vorliegt — mußte die Einreihung dieser Gewerbearten unter „teilweise umstellbar" erfolgen. Wir wollen jedoch dabei im Auge behalten, daß es sich bei diesen Betrieben um starke Kohlenfresser handelt. Erfordert doch 1 kg Flaschenglas zu seiner Herstellung ca. 1,5 kg Kohle, 1 kg Glasscheibe etwa 4,9—5,3 kg Kohle von 7000 WE./kg. In 177 Einzelbetrieben der Oberpfalz wurden nach der von uns benutzten Statistik für Herstellung und Bearbeitung von Gebrauchs- und Kunstglas im Jahre 1914 allein 147115 Tonnen Kohlen verbraucht. Bis zum Jahre 1917 kamen von diesen 117 Betrieben 40 ganz zum Stillstand. Gleichwohl hielt sich der Kohlenverbrauch auf 90636 Tonnen. Insgesamt ergibt sich allein für diese Gewerbeart im rechtsrheinischen Bayern ein

[1]) Vgl. Gerbel: Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie. 1920, S. 68. Weidner: Die Portlandzementfabrik, ihr Bau und Betrieb. 1921, S. 83ff.

Kohlenverbrauch von 224729 Tonnen im Jahre 1914, der durch die Einschränkung vieler Betriebe als Kriegsfolge auf 139262 Tonnen im zweiten Kriegsjahr herunterging. Wenn diese Zahlen auch keinen Anspruch auf absolute Richtigkeit machen können, so geben sie uns doch eine Teilantwort auf die Frage, wo die Kohlen in Bayern verbraucht werden.

Ähnliche Kohlenfresser finden sich unter den nicht umstellbaren Betrieben der Gewerbegruppe IV. Von den hier in Frage kommenden Dampfmaschinenleistungen von insgesamt 13666 PS. treffen auf die Ziegeleien 6634 PS. und auf die Porzellan- und Majolikabetriebe 4365 PS. Diese beiden Gewerbearten umfassen also etwas mehr als 80 % der gesamten, unter nicht umstellbar eingereihten Dampfkraftmaschinenleistungen. Wie schon erwähnt, ist der Wärmebedarf dieser Industriezweige ein sehr erheblicher, und zwar für niedere, wie auch für hohe Temperaturen. Sowohl die frischen Ziegel, als auch die ungebrannten Tonfabrikate enthalten erhebliche Mengen an Wasser. Beispielsweise müssen bei Maschinenziegel 20—23, bei Handstrichziegel 28—30 Gewichtsprozente Wasser entfernt werden. Dies geschieht vorzugsweise mit Heißluft, zu deren Erzeugung Abdampf Verwendung finden kann. Um bei empfindlichen Materialien Rissebildung zu vermeiden, ist das progressive Trocknen mit Abdampf und Abgasen üblich, wobei eine Steigerung der Temperatur des Trockengutes mit dem Trockengrade vorgenommen wird [1]). Anschließend folgt das Brennen in Öfen verschiedener Konstruktionen bei hohen Temperaturen (z. B. bei Porzellan bis 1300° C und mehr). Welchen Heizwert dabei die unausgenutzten Abgase noch besitzen können, erhellt aus Messungen, welche in einer Porzellanfabrik mittels des Le Chatelier-Pyrometers angestellt wurden. Es waren zwei Apparate in Tätigkeit, von denen der eine die Temperatur des Ofens, der andere die der Abgase in der Esse über dem Glühofen während eines ganzen Brandes kontrollierte. Abgebrannt wurde nach Segerkegeln, und zwar bei SK 12 (= 1350° C). Die Abgase zeigten dabei noch eine Temperatur, die zu ihrer Verwertung geradezu herausfordert. Jedenfalls wurden diese Gewerbearten aus den verschiedenen vorangeführten Gründen unter „nicht umstellbar" eingereiht.

Über den Brennstoffverbrauch dieser Gewerbearten mögen noch einige Zahlen folgen. Die Abteilung Statistik der Wärmewirtschaftsausstellung München 1921 gab als Kohlenbedarf beispielsweise für 1 kg schweres Porzellan ca. 3,3 kg Kohle zu 7000 WE./kg, für 1 kg leichtes Porzellan sogar ca. 8,0 kg Kohle an. Insgesamt weist die gewerbliche Betriebszählung für das rechtsrheinische Bayern vor dem Kriege und während desselben (zweites Kriegsjahr) für Ziegeleien, Steingut- und Steinzeugbetriebe, sowie Porzellan- und Majolikaindustrie folgende Verbrauchsziffern auf:

Tabelle 7.

| Gewerbeart | Kohlenverbrauch auf Grund der Betriebszählung 1917 in Tonnen | |
|---|---|---|
| | 1914 | 2. Kriegsjahr |
| Ziegeleien . . . . . . . . | 169748 | 49534 |
| Steingut u. -zeug . . . . | 135127 | 17254 |
| Porzellan u. Majolika . . . | 197519 | 120653 |
| Zusammen: | 502394 | 187441 |

[1]) Vgl. Dr.-Ing. Schneider: Die Abwärmeverwertung im Kraftmaschinenbetrieb (a. a. O.), S. 186.

Die großen Kohlenverbrauchsziffern für die Herstellung von Glas- und Tonwaren der verschiedensten Art können — nach dem heutigen Stand der Technik — eine Ermäßigung nur durch wärmewirtschaftliche und wärmetechnische Maßnahmen erfahren. Die Ausnutzung der Wasserkräfte vermag hierzu nur nach der Richtung beizutragen, daß sie in anderen Gewerbearten Kohlen für diese Industrien frei macht und so eine Steigerung der Produktion dieser Betriebe ermöglicht.

Die Gewerbegruppe V umfaßt alle jene Gewerbearten, welche sich mit der Eisen- und Metallverarbeitung beschäftigen. Sie weist entsprechend unserem generellen Umstellungsschema 19720 PS. umstellbare Dampfkraftmaschinenleistung auf, der 31967 PS. teilweise umstellbare gegenüberstehen. Die 19720 PS. verteilen sich auf alle jene Gewerbearten der Gruppe V, welche sich in der überwiegenden Mehrheit mit der mechanischen Bearbeitung der gebrauchsfertigen Metalle befassen. Die Dampfkraftenergie stellt dabei in vielen Fällen lediglich die Zwischenstufe zwischen der chemisch-gebundenen Wärmeenergie der Kohle und der elektrischen Energie als Gebrauchsenergieform dar. Die Kraft dient zum Antrieb von Biege- und Bohrmaschinen, Drehbänken, Fräs- und Hobelmaschinen, Pressen und Stanzen, Scher- und Schneidemaschinen, Schleif- und Poliermaschinen, Gebläse und Ventilatoren. Alle diese Maschinen eignen sich technisch seit langem für elektromotorischen Antrieb. Die Elektrizitätsstatistik vom Jahre 1910 im Versorgungsgebiet der Städtischen Elektrizitätswerke München, sowie der Amper- und Isarwerke ergab für Stadt und Bezirksamt München als häufigste elektromotorisch betriebene Maschine die Drehbank; ihre Zahl betrug damals 1242 [1]).

Von den 31967 PS. teilweise umstellbarer Dampfkraftmaschinenleistung der Gruppe V treffen 29485 PS. auf die Gewerbeart: „Stahl- und Walzwerke und ihre Erzeugung ohne Waffen- und Munitionsindustrie". Den Hauptanteil hieran haben wiederum zwei Betriebe der Oberpfalz mit insgesamt 23916 PS. und vier Gesamtbetriebe dortselbst mit 3250 PS. Aus den Hilfsübersichten zu Tafel 4 war nicht ersichtlich, welche Zahlen sich auf die Luitpold- und Maximilianshütten beziehen. Die letztere nützt in ihrem Werk in Rosenberg die Hochofengase in Gasmaschinen aus, die über Dynamomaschinen die notwendige elektrische Energie — nach Mitteilung des Werks — wirtschaftlich außerordentlich günstig erzeugen. Die Dampfkraftmaschinen des Werkes bei Haidhof sind seit kurzem durch Elektromotoren ersetzt, welche nunmehr die Antriebsmaschinen für die Walzenstraßen bilden. Die notwendige elektrische Energie kommt aus der neuerrichteten eigenen elektrischen Dampfzentrale. Unserem generellen Umstellungsschema entsprechend muß also das Werk bei Haidhof unter umstellbar eingereiht werden [2]). Leider fehlen uns die zahlenmäßigen Unterlagen für unsere Aufbereitungszwecke. Die erbetenen Angaben des zweiten Großbetriebes der Oberpfalz, der staatlichen Luitpoldhütte, waren bis zur Fertigstellung dieser Arbeit nicht eingetroffen, so daß hier ein Bild über den Grad der Umstellbarkeit nicht gewonnen werden konnte [3]). Die hierdurch bedingten unklaren Verhältnisse

---

[1]) Vgl. Zeitschrift d. bayer. Stat. Landesamtes, Heft 1, 1913: Die Verwertung von Elektrizität in Bayern unter besonderer Berücksichtigung von München und Umgebung (Dr. Ph. Arnold), Sonderabdruck, S. 11.

[2]) Dabei bleibt natürlich die Möglichkeit bestehen, daß die Stromerzeugung in dieser Dampfzentrale billiger zu stehen kommt, als der Energiebezug aus dem Bayernwerksnetz, solange nicht besondere Preisvereinbarungen die Verhältnisse zugunsten der hydroelektrischen Energie verschieben.

[3]) Aus den nachträglich eingetroffenen Angaben der Luitpoldhütte sei hier folgendes mitgeteilt:

geben Veranlassung, die „Stahl- und Walzwerke“ und ihre „Erzeugung“ zunächst unter teilweise umstellbar einzureihen.

Die Gewerbegruppe VI: Industrie der Maschinen, Instrumente und Apparate mit den Gewerbeklassen

a) Kraftmaschinen;
b) Allgemeine Arbeitsmaschinen;
c) Sondergewerbliche Arbeitsmaschinen;
e) Kessel, Apparate und Geräte;
l) Bau von Fahrzeugen;
o) optische und feinmechanische Erzeugnisse, sowie Verfertigung von zoologischen und mikroskopischen Präparaten,

zeigte am 15. August 1917 insgesamt 20875 installierte PS. an Dampfkraftmaschinenleistung. Davon treffen allein auf die Gewerbeart c, 6: Herstellung von Maschinen verschiedener Art 11091 PS. An nächster Stelle kommen: Eisenbahnwagenbau mit 2705 PS., Maschinenreparaturwerkstätten mit 2102 PS. und landwirtschaftliche Maschinen mit 837 PS. Die übrigen hier noch in Betracht zu ziehenden 23 Gewerbearten umfassen den Rest von 4122 PS. Wie bei den umstellbaren Gewerbearten der Gruppe V wird auch hier die Kraft überwiegend für die dort genannten Arbeitsmaschinen gebraucht, wozu sich noch neben Spezialmaschinen Holzbearbeitungsmaschinen verschiedener Art gesellen. Es darf demnach die Gewerbegruppe VI als besonders geeignet für die Verwendung elektrischer Energie angesehen, muß also in unserem Umstellungsschema unter „umstellbar“ eingereiht werden. Daran kann auch die mögliche Verwendung von Glüh- und Schmelzöfen, Holzdämpf- und Trockenapparaten usw. in dem einen oder anderen Betrieb nichts ändern, weil eine geeignete Ausnutzung der Abwärme für Kraftzwecke dabei kaum in Frage kommt, während umgekehrt ein evtl. vorhandener Abdampf meist nicht heiß genug für die genannten technologischen Wärmeprozesse wäre.

Die Gewerbearten der Gruppe VII: Elektrotechnische Industrie zählte zu jenen Gewerbearten, deren Einreihung in unser Umstellungsschema besonders schwer fiel. Es handelt sich dabei im rechtsrheinischen Bayern um 7886 PS. installierte Dampfkraftmaschinenleistung. Davon treffen auf die Gewerbeklasse e dieser Gruppe: „Herstellung von elektrischen Apparaten und Installationsgegenständen“ 5550 PS. und auf k: „Herstellung von elektrischen Erzeugnissen durch Großfirmen“ 1680 PS. Ohne Zweifel ergibt sich hier die Möglichkeit, zum Trocknen von Maschinen, Apparaten, Spulen und Kabeln Abdampf zu verwerten. Darauf weist auch die schon mehrfach herangezogene Statistik vom 31. Dezember 1907 über die „Dampfkraft in Bayern“ hin, welche für obengenannte Gewerbearten Dampfgefäße mit 4,0—8,0 Atm. Überdruck zum Vulkanisieren, Erwärmen von Steinkohlenpech und Heizen aufführt. Die Einreihung unter „teilweise umstellbar“ war deshalb gegeben. Freilich wird gerade hier die Feststellung, in welchem Ausmaße eine Umstellung stattfinden

„. . . Bei der Luitpoldhütte handelt es sich ausschließlich um ein Hochofenwerk, dessen elektrische Energie durch die Gichtgase erzeugt wird. Wenn zwei Hochöfen in Betrieb sind, stehen reichliche Mengen Gichtgase zur Verfügung, um das Werk und die Stadt Amberg mit Umgebung mit elektrischer Energie zu versorgen. Aus diesem Grunde würde der Anschluß an eine Fremdquelle äußerst unrentabel sein. . . Ein Anschluß an das Bayernwerk würde für die Luitpoldhütte wohl den Vorteil haben, daß bei einem einsetzenden Streik wenigstens der Hütte soviel Strom zur Verfügung stehen würde, um die lebenswichtigen Betriebe zu halten . . .“

Die Luitpoldhütte hätte demnach in unserer Untersuchung unter die „nicht umstellbaren“ Betriebe eingereiht werden müssen. Der Verfasser.

könnte, ohne Detailstudium der fraglichen Betriebe schwerfallen. Unsere vorsorgliche Maßnahme, einen großen Teil der teilweise umstellbaren Betriebe im Endergebnis als ganz umstellbar zu bezeichnen, und die nicht sonderlich hohe Gesamtleistung von 7886 PS. enthebt uns dieser Schwierigkeit. Eine Fortsetzung der in dieser Untersuchung begonnenen Arbeit durch Berücksichtigung der individuellen Verhältnisse in den einzelnen Betrieben wird übrigens unschwer schärfere Ergebnisse zeitigen, als sie sich hier im ersten Anlauf ergeben konnten.

Für die Gewerbegruppe VIII: Chemische Industrie weist die Statistik vom 15. August 1917 insgesamt 10847 PS. an Dampfkraftmaschinenleistung auf für die Regierungsbezirke rechts des Rheins. Ohne Zweifel zählt die chemische Industrie, wie die nächstfolgenden[1]) auch zu jenen Industrien, die neben Kraft große Mengen Wärme in Form von Fabrikationsdampf benötigen. Durch die Beschränkung der vorgenannten Statistik auf Zahl und Leistungsfähigkeit der Dampfkraftmaschinen kommt diese Tatsache nicht zahlenmäßig zum Ausdruck.

Die Statistik vom 31. Dezember 1907 führt hier eine beredtere Sprache, wie folgende Übersichten zeigen[2]). (Tabelle 8 u. 9.)

Freilich ist in den Zahlen der Gewerbegruppe VII (1907) der Maschinenpark der Badischen Anilin- und Sodafabrik, Ludwigshafen a. Rh. mitenthalten, während uns lediglich die rechtsrheinischen Verhältnisse beschäftigen. Die vorliegende Veröffentlichung gibt keine Auskunft über dessen Größe im Jahre 1907[3]).

Um gleichwohl ein Bild über die Verwendung der Dampfkessel im rechtsrheinischen Bayern zu erhalten, wurde für die Gewerbegruppen VII und VIII des Jahres 1907 die Gesamtheizfläche Bayerns mit 45793,73 qm zur entsprechenden Gesamtheizfläche der Pfalz mit 28581,84 qm ins Verhältnis gesetzt. Letztere Heizfläche beträgt demnach 62,2 % der Gesamtheizfläche Bayerns. Andererseits treffen von 34035 PS. der gesamten wirklichen Leistung Bayerns, bezogen auf obige 2 Gruppen, 27391 PS., das sind 80,4 %, auf die Pfalz. Während demnach in der Pfalz auf den Quadratmeter Heizfläche knapp 1 PS. wirkliche Leistung kommen, geht diese im rechtsrheinischen Bayern auf rund 0,4 PS. je Quadratmeter Heizfläche zurück. Man darf daraus – unbeschadet der evtl. mit inbegriffenen Reservekessel — den Schluß ziehen, daß die mit Dampf arbeitenden chemischen Betriebe im rechtsrheinischen Bayern ihre Dampferzeugungskessel in ausgiebigem Maße zur Deckung ihres Fabrikationsdampfbedarfes heranziehen. Zum Vergleich seien die entsprechenden Zahlen für die Industrie der Maschinen, Instrumente, Apparate usw. angeführt. Hier ergibt sich aus der Statistik sowohl für die Pfalz als auch für das rechtsrheinische Bayern 1,2 PS. je Quadratmeter Kesselheizfläche.

Im einzelnen findet der Dampf in der chemischen Industrie Verwendung zum Kochen, Eindampfen, Dämpfen, Entleimen von Knochen, Destillieren, Bereitung von Wasserglas, Trocknen, Heizen von Chloressig, Heben und Transport von chemischen Erzeugnissen, Laugewärmen, Schmelzen, Extrahieren von Holzspänen, Verseifung und Spaltung von Fetten; in der Seifen- und Kerzenfabrikation und in Talgschmelzen zum Ansaugen und Fortdrücken von Öl,

---

[1]) Spinnstoff-, Papier-, Lederindustrie sowie Industrie der Nahrungs- und Genußmittel.

[2]) Vgl. Heft 73 der Beiträge zur Statistik Bayerns, S. 27, Übersicht 31, und S. 45, Übersicht 46. Es ist zu beachten, daß die Gewerbegruppen VII und VIII der Statistik von 1907 in der Statistik von 1917 zur Gruppe VIII zusammengefaßt sind.

[3]) Nach einer Veröffentlichung der Direktion der Badischen Anilin- und Sodafabrik vom Jahre 1910 wies dieses Unternehmen 161 Dampfkessel mit 27040 qm Gesamtheizfläche auf, die zur Heizung von Apparaten und zur Speisung von 405 Dampfmaschinen mit 30259 PS. dienten (vgl. auch Fußnote zu Tabelle 6, S. 32).

Tabelle 8.

| Gewerbegruppe | Feststehende Dampfkessel in Bayern 1907 | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | zur Krafterzeugung | | | | zu anderen Zwecken | | | | zu gemischten Zwecken | | | | wirkl. durchschn. Leistung | |
| | Zahl | | Heizfläche | | Zahl | | Heizfläche | | Zahl | | Heizfläche | | P.S. | % d. ges. wirkl. Lstg. aller festst. Masch. |
| | abs. | % | qm | % | abs. | % | qm | % | abs. | % | qm | % | | |
| VII. Chemische Industrie . . . . . | 186 | 41,3 | 18125,91 | 44,4 | 52 | 11,6 | 2487,59 | 6,1 | 212 | 47,1 | 20220,08 | 49,5 | 32811 | 9,4 |
| VIII. Industrie d. forstw. Nebenprodukte, Leuchtstoffe, Seifen usw. | 39 | 15,9 | 1089,73 | 22,0 | 115 | 46,9 | 1140,42 | 23,0 | 91 | 37,2 | 2730,00 | 55,0 | 1224 | 0,4 |

Tabelle 9.

| Gewerbegruppe | Dampfgefäße in Bayern 1907 | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bauartsklasse I[1] | | | | Bauartsklasse II[1] | | | | Bauartsklasse III[1] | | | |
| | Zahl | % aller Gefäße der betr. Gruppe | Fassungsraum (l) | % d. Gesamtfassg.-Raumes aller Gefäße d. betr. Gruppe | Zahl | % aller Gefäße der betr. Gruppe | Fassungsraum (l) | % d. Gesamtfassg.-Raumes aller Gefäße d. betr. Gruppe | Zahl | % aller Gefäße der betr. Gruppe | Fassungsraum (l) | % d. Gesamtfassg.-Raumes aller Gefäße d. betr. Gruppe |
| VII. Chemische Industrie . . . . | 541 | 45,8 | 118722 | 4,3 | 330 | 27,9 | 1350155 | 48,5 | 311 | 26,3 | 1307441 | 47,1 |
| VIII. Industrie d. forstw. Nebenprod., Leuchtst., Seifen usw. . . | 1 | 1,5 | 1430 | 0,8 | 29 | 43,3 | 71411 | 42,2 | 37 | 55,2 | 96290 | 57,0 |

Schmelzen, Auskochen und Bleichen von Wachs, Auflösen von Wasserglas, Seifensieden, Fettabscheiden, Leimextraktion usw. Gerbel[2]) gibt z. B. als Energiebedarf für Zündhölzchenfabrikation pro eine Kiste (= 600000 Hölzchen) 30 bis 35 PSh. und 700—1100 kg Fabrikationsdampf an, für Leim pro kg 0,7—0,9 PSh. und 25—35 kg Fabrikationsdampf, für Spiritus (Dickmaischverfahren) pro Liter 0,1—0,2 PSh. und 6—15 kg Fabrikationsdampf, für Seife pro Kilo 0,1 bis 0,2 PSh. und 6—18 kg Fabrikationsdampf.

Alle diese Umstände weisen auf eine Einreihung der chemischen Betriebe unter „nicht umstellbar" hin, um so mehr, als die Kalkstickstoff- und Karbidbetriebe wegen ihrer Wasserkraftenergiebasis automatisch ausschalten. Freilich

[1]) Bauartsklasse I: Der zu erhitzende Stoff befindet sich außerhalb des Gefäßes (z. B. Trockenzylinder); Bauartsklasse II: Der zu erhitzende Stoff befindet sich innerhalb des Gefäßes, aber vom Dampf durch eine Scheidewand getrennt; Bauartsklasse III: Der zu erhitzende Stoff befindet sich mit dem Dampf in ein und demselben Raum.

[2]) Vgl. Gerbel: Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie (a. a. O.), S. 68 u. 69.

würden damit die da und dort evtl. vorhandenen Umstellungsmöglichkeiten verschluckt. Um dies zu vermeiden, erfolgte die Einreihung für jene Gewerbearten, bei welchen solche Möglichkeiten gegeben schienen, unter teilweise umstellbar, während die übrigen hier einschlägigen Betriebe als nicht umstellbar betrachtet wurden. Letztere umfassen zusammen 6319 PS.; der Rest von 4528 PS. trifft dann auf die teilweise umstellbaren Gewerbearten dieser Gruppe.

Die Gewerbegruppe IX: Spinnstoffindustrie mit 74056 PS. installierter Dampfkraftmaschinenleistung ist mit an erster Stelle in jene Gewerbegruppen des rechtsrheinischen Bayerns einzureihen, welche Dampfmaschinen in besonders ausgiebigem Maße verwenden. Nahezu die Hälfte dieser Kraftmaschinenleistung — 36876 PS. — benötigen die Baumwoll- und Kunstbaumwollspinnereien und Zwirnereien, die sich — abzüglich 1750 PS. in Oberbayern installierter Leistung — mit 17846 PS. und 17280 PS. ziemlich gleichmäßig auf Oberfranken und Schwaben verteilen. Es fragt sich nun wieder, inwieweit der Dampf in der Spinnstoffindustrie zur Krafterzeugung und zu Fabrikationszwecken herangezogen wird. Die Statistik des Jahres 1907 weist für diese Gewerbegruppe 67999,50 qm Dampfkesselheizfläche für das rechtsrheinische Bayern aus, welche sich auf die verschiedenen Verwendungszwecke fast im gleichen Verhältnis verteilen, wie bei der chemischen Industrie[1]). Die Leistungsfähigkeit der damit verbundenen Dampfkraftmaschinen betrug 72599 PS., die durchschnittliche wirkliche Leistung 67292 PS., d. h. 1 PS. pro 1 qm Heizfläche.

Der Zuwachs an Dampfkraftmaschinenleistung vom Jahre 1907 bis 1917 muß demnach als gering bezeichnet werden, wogegen die elektromotorische Kraftleistung eine Steigerung von 13553 PS. in Gesamtbayern im Jahre 1910 auf rund 32200 PS. im rechtsrheinischen Bayern im Jahre 1917 erfuhr. Parallel damit läuft eine Leistungssteigerung der Wassermotoren von 22329 PS. vom Jahre 1907 auf 28065 PS. im Jahre 1917 für die Textilindustrie. Die also zum großen Teil auf Wasserkraftbasis erfolgende Elektrisierung der Textilbetriebe hat seit letzterem Jahre, besonders im uralten Textilgebiete Schwaben, weitere Fortschritte gemacht[2]), so daß von den angeführten 17280 PS. dieses Regierungsbezirkes heute bereits ein großer Prozentsatz als Kraftreserve zu betrachten wäre und demnach für die Umstellung auszuscheiden hätte. Da aber jeder zahlenmäßige Anhalt hierfür fehlt, wird auch von der zahlenmäßigen Berücksichtigung dieser Tatsache Abstand genommen; dagegen wird man bei der Wertung unseres Schlußergebnisses nicht achtlos an dieser Entwicklung vorübergehen können.

Zur Vervollständigung des Überblickes über die Dampfverwendung in der Spinnstoffindustrie sei darauf hingewiesen, daß letztere im Jahre 1907 neben den genannten Dampfkesselheizflächen und Dampfkraftmaschinenleistungen 454 Dampfgefäße mit 1652609 Liter Inhalt im Betriebe hatte. Sie dienten in der Kunstwollfabrikation zum Kochen, Lufterwärmen, Dekatieren; in den Spinnereien zum Dämpfen und Heizen, Laugewärmen, Lufterwärmen und Trocknen; in Spinnereien und Webereien zum Dämpfen, Kochen von Schlichte, zum Schlichten von Geweben, Lufterwärmen, Heizen, Garnbleichen, Trocknen; in der Zwirnerei und Nähfadenfabrikation zum Dämpfen, Kochen, Lufterwärmen, Laugewärmen, Heizen und Bleichen; in Webereien, Tuch- und Lodenfabriken zum Dämpfen, Kochen von Schlichte, Lufterwärmen, Schlichten von Geweben, Färben, Heizen, Trocknen und Dekatieren; in Webereien und Färbereien zum

---

[1]) Vgl. Tabelle 8, S. 41.

[2]) Persönliche Information bei der „Buntweberei A. G." in Augsburg.

Dämpfen, Kochen, Lufterwärmen, Überhitzen der Lauge, Heizen; in Jutewebereien und Teppichfabriken zum Trocknen und Appretieren; in Färbereien, Bleichereien und Appreturanstalten zum Dämpfen, Kochen, Lufterwärmen, Laugewärmen. Erhitzen von Flüssigkeiten, Aufbewahren von Lauge, Bleichen, Heizen und Trocknen; in Färbereien und chemischen Waschanstalten, Seilerwaren und Filzfabriken zum Lufterwärmen und Trocknen.

Ein Bild über das Verhältnis des Kraftbedarfs zum Fabrikationsdampfbedarf gibt Gerbel[1]) durch folgende Zahlen:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Spinnerei | pro | kg | Erzeugnis | 2,0 PSh. und minimalen Dampfbedarf, |
| für Weberei | ,, | ,, | ,, | 1—1,5 PSh. und 8—12 kg Dampf, |
| ,, Kunstseide | ,, | ,, | ,, | 6—8 PSh. und 110—150 kg Dampf, |
| ,, Färbereien | ,, | ,, | , | 0,05—0,1 PSh. und 3—5 kg Dampf. |

Um die Verhältnisse der bayerischen Textilbetriebe kennen zu lernen und damit das oben gewonnene Bild zu ergänzen, holten wir von verschiedenen Spinnstoffunternehmungen Oberfrankens und Schwabens gutachtliche Äußerungen über die Umstellungsmöglichkeit ein. Dieselben stimmen darin überein, daß sich der Fabrikationsdampfbedarf in Spinnereien fast nur auf die Beheizung der Arbeitsräume während der Wintermonate beschränkt. Betrachten wir diese Beheizung als eine Angelegenheit, die so ziemlich alle Gewerbebetriebe betrifft, obwohl sie im Textilbetrieb eine besondere technologische Bedeutung hat, dann können wir sie hier zunächst ausschalten und demnach die Spinnereien unter umstellbar einreihen. Was die Weberei sowie die weitere Ausrüstung der erzeugten Waren anlangt, ist nach den Äußerungen der Betriebe Dampf notwendig. Dabei steigert sich der Dampfbedarf, wenn man von der Rohweberei zur Ausrüstung der erzeugten Waren übergeht, also zur Färberei und Appretur. Am meisten Dampf verschlucken die Veredelungsanstalten. Es war naheliegend, daß in diesen Äußerungen der Textilbetriebe auch der wirtschaftlichen Fragen hinsichtlich einer Umstellung Erwähnung getan wurde. Da wir aber diese wirtschaftlichen Erwägungen nicht auf einzelne Betriebe ausdehnen wollten, statt dessen die generellen Richtlinien für die Umstellung formulierten, müssen sie auch hier außerhalb unserer Betrachtung bleiben.

Die Einreihung der einzelnen Gewerbearten der Gruppe „Spinnstoffindustrie“ erfolgte entsprechend den vorstehenden Tatsachen. Die Absicht, zu einem Maximalwert an Umstellungsstrom zu gelangen, mußte natürlich auch hier dazu führen, eventuelle Umstellungsmöglichkeiten zum Ausdruck zu bringen durch Einreihung der entsprechenden Gewerbearten unter „teilweise umstellbar“.

Die Gliederung ergab:

| | |
|---|---|
| umstellbar . . . . . | 40 609 PS. |
| teilweise umstellbar | 27 979 ,, |
| nicht umstellbar . . | 5 468 ,, |

Für die Gewerbegruppe X: Papierindustrie weist die gewerbliche Betriebszählung vom 15. August 1917 16481 PS. an Dampfkraftmaschinenleistung auf. Davon treffen 8164 PS. auf die Gewerbeart: Holzschleiferei und Papierstoff und 6578 PS. auf die Herstellung von Papier und Pappe außer Dachpappe.

Betrachtet man zunächst nur die Dampfkraftstatistik des Jahres 1907, so fällt die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Dampfkraftmaschinen von 11705 PS. auf obige 16481 PS. auf. Die Dampfkesselheizflächen und die durchschnittlich wirklich ausgeübte Leistung zeigen im Jahre 1907 die Werte: 20945,3 qm

[1]) Vgl. a. a. O.

und 9226 PS. Auf 1 qm Heizfläche treffen demnach nur 0,44 PS. wirklich ausgeübte Leistung. Weist schon diese Zahl auf eine ausgiebige Verwendung des Dampfes zu anderen Zwecken als zur Krafterzeugung hin, so wird das durch die Statistik der Verwendungszwecke der Dampfkesselheizflächen und durch das hohe Fassungsvermögen der aufgestellten Dampfgefäße bestätigt.

Von den 25226,77 qm Dampfkesselheizflächen Gesamtbayerns dienten nur 6419,44 qm der reinen Krafterzeugung, 1246,44 qm anderen Zwecken und 17560,89 qm gemischten Zwecken. Außerdem treffen auf die Papierindustrie im Jahre 1907 35,0 % des Fassungsraumes sämtlicher Dampfgefäße Bayerns, das sind 5294329 Liter. Für die Feststellung der technologischen Prozesse, welche in der Papierindustrie besonders viel Fabrikationsdampf erfordern, ist wiederum die Statistik sehr dienlich. Sie gibt nämlich für das Dämpfen und Kochen von Holz 4125562 Liter Dampfgefäßfassungsraum an, für Trocknungszwecke 1089437 Liter. Das sind zusammen etwa 97 % des Gesamtfassungsraumes der Dampfgefäße in der Gewerbegruppe X. Zahlenmäßig gibt Gerbel den Kraft- und Fabrikationsdampfbedarf an:

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| für Papier | pro | kg | zu | 0,4 — 0,6 PSh. | und | 2,5 — 3 | kg | Dampf |
| „ Zellulose | „ | „ | „ | 0,4 — 0,5 „ | „ | 5,5 — 6,5 | „ | „ |

Daraus könnte man den Schluß ziehen, daß in Papierfabriken der gesamte Abdampf der Dampfkraftmaschinen ausnutzbar ist. Freilich gibt es auch hier wieder Betriebe, für welche die technologischen Produktionsbedingungen anders gelagert sind, als die obigen Zahlen erwarten lassen. Überdies hat das Gewerbeschema in der Gewerbeart: „Holzschleiferei und Papierstoff“ technologische Prozesse zusammengefaßt, die bezüglich des Kraft- und Wärmebedarfes grundsätzlich verschieden sind. Während der Holzschliff bekanntlich als prädestiniert für Wasserkraftausnutzung zu betrachten ist, ist es gerade die Gewinnung des Papierstoffes (Zellulose) auf chemischem Wege, welche gewaltige Wärmemengen in Form von Dampf benötigt. Diesen Schwierigkeiten und Unsicherheiten für die Einreihung in unser Umstellungsschema konnte nur dadurch Rechnung getragen werden, daß die Gewerbearten der Papierindustrie unter teilweise umstellbar eingereiht wurden. Dabei dürfte allerdings der Hundertsatz der wirklich umstellbaren Dampfkraftmaschinen sehr klein sein, wovon wir zunächst Vormerkung nehmen wollen.

In der Gewerbegruppe XI: Lederindustrie wurden im Jahre 1917 1896 PS. an Dampfkraftmaschinenleistung im rechtsrheinischen Bayern ermittelt. Der Hauptanteil mit 1461 PS. trifft dabei auf die Gewerbeart a, 2: Gerberei. Hier wird vor allem Dampf für das Extrahieren von Gerbstoffen gebraucht (1907: 63 Dampfgefäße mit 187200 Liter Fassungsraum). Gerbel gibt den Energiebedarf von 1 kg Leder zu 1—1,3 PSh. und 15—22 kg Fabrikationsdampf an[1]). Es wurde deshalb die Gewerbeart Gerberei unter „nicht umstellbar“ eingereiht, die übrigen Gewerbearten dieser Gruppe dagegen unter „umstellbar“. Dabei umfassen letztere bereits eine Reserve, welche eventuelle Umstellungsmöglichkeiten in Gerbereibetrieben berücksichtigen.

Die Gewerbegruppe XII: Gummi- und Asbestindustrie weist 1917 keine Dampfkraftmaschinen im rechtsrheinischen Bayern auf.

Eine ansehnliche Verwendung von Dampfkraftmaschinen zeigt die Gewerbegruppe XIII: Industrie der Holz- und Schnitzstoffe mit 31626 PS. Unter den einschlägigen Gewerbearten stehen die Sägemühlen mit 21115 PS.

---

[1]) Vgl. auch E. Hausbrand: Wärmewirtschaft in der Lederindustrie, Hauptstelle für Wärmewirtschaft. Verein d. Ing., 1921.

an der Spitze. In weitem Abstand folgen: Die Herstellung von groben Holzwaren mit 3118 PS., Drechslerei usw. mit 1579 PS., Möbeltischlerei und Herstellung von Billards mit 1180 PS. Bei allen diesen Gewerbearten handelt es sich in der Hauptsache um die mechanische Bearbeitung des Holzes, also um Verwendung von Holzbearbeitungsmaschinen, die ohne weiteres elektrisch angetrieben werden können. Fabrikationsdampf wird hierbei verschwindend wenig gebraucht, so daß eine Umstellung von Wärmekraft gegeben erscheint. Lediglich für die Holzzurichtung und -konservierung, sowie für die Veredelung des Holzes wurde in Bayern Dampf benötigt (1907 zum Holzimprägnieren 4 Dampfgefäße mit 204890 Liter Fassungsraum). Natürlich durfte hier die Tatsache nicht außer acht gelassen werden, daß für die Holzzurichtung und -konservierung auch Verfahren Verwendung finden, die ohne Wärme, d. h. also ohne Dampf auskommen. Es erfolgte deshalb die Einreihung dieser letzteren Gewerbearten unter teilweise umstellbar, und zwar mit 3556 PS., während der Rest von 28070 PS. unter umstellbar eingruppiert wurde. Man könnte dieser Einteilung entgegenhalten, daß sie keine Rücksicht auf die Verwertung der anfallenden Holzabfallstoffe für die Kraftgewinnung nimmt. Tatsächlich ist dieser Einwand hier nicht nur naheliegend, seine Berechtigung läßt sich sogar mit den Zahlen der Statistik nachweisen.

Von den feststehenden Kesseln Gesamtbayerns der Holz- und Schnitzstoffindustrie wurden im Jahre 1907 75 mit Steinkohlen, 38 mit Braunkohlen, 2 mit Torf, 2 mit Koks, 353 mit gemischtem und unbestimmtem Brennmaterial, dagegen 568 mit Holz geheizt; von den Lokomobilen des rechtsrheinischen Bayerns 9 mit Steinkohlen, 3 mit Braunkohlen, 54 mit gemischtem und unbestimmtem Brennmaterial, 1 mit Koks und 74 mit Holz. Eine ähnliche Beobachtung gestattet die gewerbliche Betriebszählung vom Jahre 1917, wenn man den Kohlenverbrauch der einzelnen Betriebe der Gewerbegruppe XIII mit der Leistungsfähigkeit der Dampfkraftmaschinen in Beziehung bringt. Bei der Zusammenziehung der Gewerbearten verwischt sich diese Tatsache wieder, so daß sie hier nicht mehr zahlenmäßig zu uns spricht. Gleichwohl muß mit ihr gerechnet werden, und zwar um so mehr, je höher die Preise für Kohlen und für Wasserkraftenergie ansteigen. In unserem Untersuchungsergebnis bildet diese Tatsache eine weitere Reserve in dem Sinne, als die umgestellten Pferdestärken zu groß sind.

Die Gewerbegruppe XIV: Industrie der Nahrungs- und Genußmittel weist im Jahre 1917 im rechtsrheinischen Bayern 48305 PS. Dampfkraftmaschinenleistung auf. 68 % davon, das sind 32752 PS., finden sich unter Brauereien und Herstellung von Bierersatz. Die Bierbrauerei zählt zu den Gewerbearten, bei welchen die Verwertung der Abwärme von Kessel und Dampfmaschine seit langem heimisch ist, bei welchen aber auch der Wärmebedarf das ganze Jahr hindurch andauernd gleichmäßig bleibt[1]). Nach Gerbel beträgt der Energiebedarf für 1 Liter Bier 0,1—0,2 PSh. und 0,5—0,9 kg Fabrikationsdampf. Nach Dr.-Ing. L. Schneider läßt sich der Kohlenverbrauch auf etwa 13 kg Steinkohle pro Hektoliter Bierausstoß zurückführen, wenn die Abwärme vollkommen ausgenutzt wird. Derzeit gibt es noch Mittel- und Großbetriebe, welche einen doppelten bis dreifachen Kohlenverbrauch je Hektoliter Ausstoß aufweisen. Legt man den durch die gewerbliche Betriebszählung 1917 erfaßten Kohlenverbrauch der bayerischen Brauereien im letzten Friedensjahr, das sind 267386,5 Tonnen, zugrunde, außerdem die Biergewinnung Bayerns vom Jahre 1914 mit rund

---

[1]) Vgl. Dr.-Ing. L. Schneider: Die Abwärmeverwertung im Kraftmaschinenbetrieb (a. a. O.), S. 154ff.

17 Millionen hl, so ergibt sich pro Hektoliter ein durchschnittlicher Kohlenverbrauch von 15,7 kg. Bei rationellerer Wärmewirtschaft in vielen Brauereien könnten demnach gegen 40000 Tonnen Kohle im Jahre bei 17 Millionen hl Jahresproduktion erspart werden. Jedenfalls ruft das Problem der Energiewirtschaft in Bayern bezüglich der Brauereiverhältnisse beim heutigen Stand der Technik in erster Linie den Wärmeingenieur auf den Plan. Wir reihen deshalb diese Gewerbeart unter „nicht umstellbar“ ein; dies um so mehr, als sich nach dem Bericht der Landeskohlenstelle die Brauereien vielfach und in größerem Umfang auf andere, und zwar großenteils minderwertige Brennstoffe (Rohbraunkohle, Torf, Holz und andere Ersatzmittel) umgestellt haben. Ähnliches gilt von der Herstellung von Rübenzucker und von Zuckerraffinerien (die nach Gerbel pro 1 kg Zucker 0,15—0,25 PSh. und 9—11 kg Fabrikationsdampf benötigt), wofür 2615 PS. in Frage kommen, und von der Branntweinbrennerei, Likör- und Essenzherstellung, Spritraffinerie und Preßhefeherstellung mit 2429 PS. Für die Branntweinbrennerei und Spritraffinerie weist die Statistik von 1907 zum Dämpfen von Kartoffeln und Mais allein 355 Dampfgefäße mit 648710 Liter Fassungsraum bei 4,18 durchschnittlichem Atmosphären-Überdruck aus. Die übrigen 238 Dampfgefäße dieser Gewerbeart mit zusammen 340427 Liter dienten zum Kochen, Heben und Überdrücken der Schlempe, Schlempetransport, Destillieren von Wasser und Spiritus, Dämpfen von Mais. Insgesamt wurden 39410 PS. der Gewerbegruppe XIV unter nicht umstellbar, und 4507 PS. unter umstellbar eingereiht. Von den umstellbaren Betrieben trifft der Hauptanteil auf Getreidemühlen mit 3136 PS. 4388 PS. wurden als teilweise umstellbar betrachtet; darunter nehmen die Gewerbearten b, 4: Molkerei, Butter- und Käseherstellung, Bereitung von Milchdauerwaren mit 1687 PS. und g, 3: Mälzerei mit 1282 PS. die ersten Stellen ein.

Die Gewerbegruppen XV: Kleidungsgewerbe und XVI: Reinigungsgewerbe zeigen mit 1264 PS. bzw. 2545 PS. eine geringe Inanspruchnahme von Dampfkraftmaschinen. Die 1264 PS. der Gruppe XV wurden ohne weiteres als umstellbar betrachtet. Dagegen verwenden die Wasch- und Plättanstalten, Kleider- und Lappenfärbereien, sowie die chemischen Waschanstalten der Gruppe XVI erhebliche Mengen Fabrikationsdampf, vor allem zum Heizen, Trocknen und Dekatieren. Diese Betriebe mit 2160 PS. wurden deshalb auch unter „nicht umstellbar“ eingruppiert, und nur 240 PS. dieser Gruppe als „umstellbar“ und 145 PS. als „teilweise umstellbar“ betrachtet.

Die Gewerbegruppe XVII: Baugewerbe zeigt 1917 15328 PS. an vorhandener Dampfkraftmaschinenleistung. Umstellbar sind davon nach unserer Auffassung aber nur 1741 PS. (darunter 1365 PS. in der Zimmerei). Der Rest von 13587 PS. trifft auf Bauunternehmungen des rechtsrheinischen Bayerns.

Das Typische für den Tiefbaukraftmaschinenpark der Bauunternehmungen — denn dieser umfaßt den größten Teil der mit Dampfkraft bewegten Maschinen im Baugewerbe — sind in erster Linie sein dauernd wechselnder Standort und seine schwankende Inanspruchnahme je nach der Lage am Baumarkt, die fast stets voneinander abweichenden technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen und Bedingungen, unter welchen die Maschinen auf jeder neuen Tiefbauarbeitsstätte Verwendung finden und nicht zuletzt die außerordentlich starke Abnutzung, welche der robuste Betrieb und die dauernde Benutzung im Freien mit sich bringen. Schon diese allgemeinen Verhältnisse weisen auf Schwierigkeiten hin für die Umstellung auf den viel empfindlicheren und größere Vorbereitungen erfordernden elektrischen Antrieb. Deutlich erkennbar werden diese Schwierigkeiten aber erst, wenn man sich Einrichtung und Betrieb einer solchen

großen Baustelle vergegenwärtigt. Zur Einrichtung können benötigt werden: Stationäre Maschinen, wie Betonmischmaschinen, Kompressoren, Pumpen, evtl. noch Steinbrecher, Aufzüge, Bremsberganlagen usw.; ebenso bewegliche Maschinen, vor allem Bagger der verschiedensten Art und die zugehörigen Transportmaschinen. Während die erstere Gruppe von Maschinen heute bereits meist elektrisch angetrieben wird, zeigen die beweglichen Maschinen überwiegend Dampfantrieb. Dabei trifft normalerweise auf die Transportmaschinen ein Vielfaches der Kraftleistung der Baggermaschinen. Nehmen wir z. B. zu einem Lübecker Bagger Type B nur 3 Lokomotiven von 90 cm Spurweite mit den entsprechenden Kippwagen, so kommen hier auf rund 100 PS. Baggerleistung rund 500 PS. Lokomotivenleistung. Würden also günstige Verhältnisse auch den elektrischen Baggerbetrieb mit seinem Drum und Dran als das wirtschaftlich Gegebene erscheinen lassen (wie z. B. beim Bau des Werkkanals Burgkirchen—Holzfeld der unteren Alzstufe), so stehen diesen 100 PS. ersetzter Dampfmaschinenleistung im Bagger immer noch 500 PS. aus baubetrieblichen Gründen nicht ersetzbarer Dampfkraftleistung in den 3 Lokomotiven gegenüber. Diese grob überschlägige Betrachtung kann und soll natürlich auch gar nicht alle Für und Wider in der Frage der Umstellbarkeit der Baumaschinen erschöpfen. Wenn wir letztere in unserer Untersuchung unter nicht umstellbar einreihen, so geschieht es hauptsächlich aus der Überlegung heraus, daß die Baubetriebe bezüglich ihrer Großkraftmaschinen gegebenenfalls nur vorübergehende Stromabnehmer sein werden, wobei — nach heutigem Ermessen — dieser Eventualbedarf in die Zeit der großzügigen Erschließung der bayerischen Wasserkräfte Süd- und Nordbayerns fallen wird. Der Berücksichtigung der Zukunftsmöglichkeiten aber darf in diesem Abschnitt unserer Untersuchung, der sich mit tatsächlich gegebenen Verhältnissen befaßt, nicht Raum gegeben werden.

Die Gewerbegruppen XVIII: Vervielfältigungsgewerbe und XIX: Künstlerische Gewerbe zeigen mit 745 PS. bzw. 125 PS. eine sehr kleine Inanspruchnahme von Dampfkraftmaschinen. Da es sich dabei fast ausschließlich um reinen Kraftbedarf handelt — Wärmebedarf für Raumheizung soll ja in diesem Abschnitt nicht berücksichtigt werden —, wurden beide Gruppen unter umstellbar eingereiht.

Wir kommen damit zur letzten Gewerbegruppe, welche im Rahmen unseres Problems zur Untersuchung herangezogen werden soll, nämlich zur Gruppe XX: Wasser-, Gas- und Elektrizitätswerke. Bezüglich der Wasserwerke sind die Voraussetzungen für eine Umstellung von Dampfkraft auf Wasserstrom gegeben, solange wir die betriebsindividuellen Verhältnisse unberücksichtigt lassen, uns statt dessen lediglich an die aufgestellten generellen Richtlinien halten. In Betracht kommen 1306 PS. an Dampfkraftmaschinenleistung. In den Gasanstalten hielten wir eine Umstellung nicht für gegeben, da sich gerade hier sehr viele Möglichkeiten für eine rationelle Kraftgewinnung im Rahmen wärmetechnischer und wärmewirtschaftlicher Maßnahmen ergeben, sei es durch Heranziehung des erzeugten Gases selbst oder der gewonnenen Nebenprodukte, sei es durch Ausnutzung der anfallenden Abfallwärme oder der Brennstoffabfälle. Die Statistik vom Jahre 1917 weist für die bayerischen Gaswerke rechts des Rheines 1440 PS. Dampfkraftmaschinenleistung aus. Die unverhältnismäßig stärkste Inanspruchnahme von Wärmekraftmaschinen zeigen die Elektrizitätswerke mit 103191 PS.; darunter sind im Jahre 1917 allein 54571 PS. an Dampfkraftmaschinenleistungen aufgeführt, während der Rest von 48620 PS. auf Gas- und „andere“ Kraftmaschinen trifft. Die Tatsache, daß ein gewisser Prozentsatz der aufgeführten Dampfkraftmaschinenleistungen der verschiedenen Gewerbe-

gruppen lediglich Kraftreserven darstellt, gilt in erhöhtem Maße von der Gewerbeart der „Elektrizitätswerke". Für die Ermittlung des Strombedarfs aus Anlaß einer evtl. Umstellung kommt hier deshalb nur ein mehr oder weniger großer Bruchteil der obigen 103191 PS. in Betracht.

Kann diese Kraftleistung nun umgestellt werden? Grundsätzlich ist die Bedingung für diese Möglichkeit leicht aufgestellt. Sie besteht in der Sicherstellung des Energiebedarfs mittels der Wasserkraftanlagen für alle Verbraucher und zwar quantitativ und zeitlich, wobei diese Sicherstellung wirtschaftlich nicht zu teuer erkauft werden darf. Die tatsächlich zahlenmäßige Erfassung der Bedingungsfaktoren ist dagegen unverhältnismäßig schwieriger und würde für sich allein schon zu einer umfangreichen Untersuchung Veranlassung geben. Außerdem greift sie insofern unserer Untersuchung vor, als diese ja den demnächstigen Bedarf erst ermitteln soll. Für die Gewinnung eines Überblickes über diese Verhältnisse bereits an dieser Stelle unserer Untersuchung lag deshalb der Gedanke nahe, die Frage der Umstellungsmöglichkeit der Dampfkraftmaschinen von Elektrizitätswerken durch generelle Betrachtung der wichtigsten unter den vorgenannten Bedingungsfaktoren ebenfalls generell zu beantworten. Wenn auf diesem Wege auch nicht allen Tatsachen Rechnung getragen wird und alle Möglichkeiten erschöpfende Behandlung finden, so entrollt sich gleichwohl ein Bild, das gestattet, die für uns notwendigen Schlüsse zu ziehen, weshalb dieser Weg unbedenklich eingeschlagen werden konnte.

Die beiden Faktoren für jede Wasserkraftleistung sind Wassermenge und Gefälle. Letzteres muß bei endgültig projektierten oder im Bau befindlichen Anlagen seiner absoluten Größe nach als unveränderlich betrachtet werden. Soweit die Wassermenge zur Ausbaugröße in Beziehung gebracht wird, ist sie ebenfalls als eine Konstante anzusehen, weil bei den hauptsächlich in Frage kommenden nicht speicherfähigen Wasserkräften die gesamte Anlage auf diese Größe abgestimmt ist. Wir wollen diese Wassermenge — wie üblich — als Ausbauwassermenge bezeichnen. Diese deckt sich nun keineswegs zu jeder Zeit mit der wirklich vorhandenen Wassermenge im Werkkanal. Legt man beispielsweise für die Ausbauwassermenge jene zugrunde, auf welche künftig Werkkanäle ausgebaut werden sollen [1]), das ist die 135tägige Wassermenge, dann kann eben in den Durchschnittsjahren nur an diesen 135 Tagen mit jener Ausbauwassermenge zur Energieerzeugung gerechnet werden, während an 230 Tagen wechselnde Wassermengen zur Verfügung stehen, welche aber alle kleiner sind als die Ausbauwassermenge. Deshalb wird auch auf die volle Werksleistung nur an etwa 135 Tagen zu zählen sein, während die Energieerzeugung an den übrigen Tagen des Jahres mit der abnehmenden Wassermenge kleiner wird. Das würde für die Gesamtenergieversorgung des Landes mittels des Bayernwerknetzes nicht viel besagen, wenn die Schwankungen bei der großen Mehrzahl der Wasserkraftanlagen nicht zur selben Zeit im gleichen Sinne auftreten würden. Leider liegen aber die Verhältnisse so, wie die nachstehenden Abbildungen zeigen, deren Grundlagen der Veröffentlichung des Staatsministeriums vom September 1921 über „Die Wasserkraftwirtschaft in Bayern" entstammen.

Des besseren Vergleichs wegen wurden nur die Verhältnisse von Inn, Donau und Main dargestellt, die Zusammenfassung der gesamten bayerischen Flußläufe bringt durch den überwiegenden Einfluß der südbayerischen Flüsse eine Verstärkung der Leistungsschwankung zwischen Winter und Sommer.

---

[1]) Vgl. Die Wasserkraftwirtschaft in Bayern. Herausgegeben vom Staatsministerium des Innern usw., 1921, S. 35.

Man ersieht aber bereits aus der Zusammenfassung von Inn, Donau und Main, daß die großen Winterwassermengen des Mains nicht ausgiebig genug sind, um für die kleinen Wassermengen der südbayerischen Flüsse in den Wintermonaten mit Hilfe des Bayernwerknetzes einen Ausgleich zu schaffen.

Wenn gleichwohl für einen bestimmten Energiehöchstbedarf jederzeit Deckung vorhanden sein soll, müssen Reserven geschaffen werden. Dabei wird man in erster Linie an speicherfähige Wasserkraftanlagen denken, welche Wassermengen der Überschußperiode ansammeln, um sie zu Zeiten des Mangels abzugeben. Diese Reservewassermengen sind aber begrenzt durch die Größe der zur Verfügung stehenden Stauräume und durch die Geschiebeverhältnisse der südbayerischen Flüsse, gegebenenfalls auch aus wirtschaftlichen Erwägungen. Gemäß den Untersuchungen der Wasserkraftabteilung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern ist auch nach dem Vollausbau der bayerischen Wasserkräfte ein Ausgleich zwischen Sommer- und Winterleistungsfähigkeit mittels Speicherwerken nicht zu erzielen. Man könnte dem entgegenhalten, daß eine anhaltend gleichmäßige Energieerzeugung zu erreichen wäre durch Ausbau der Anlagen auf die jeweils 12 Monate im Jahre vorhandene Wassermenge.

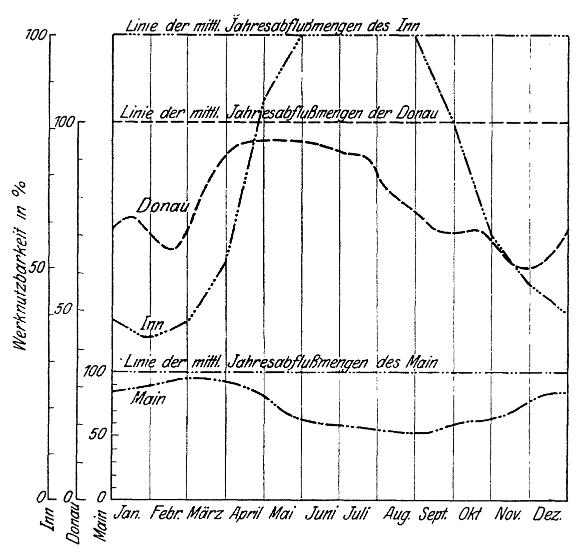



Abb. 1. Jahresverlauf der Nutzbarkeit der Wasserführung bayer. Flüsse bei Ausbau auf mittlere Jahresabflußmenge.

Ein solches Verfahren widerspräche aber nicht nur den Grundsätzen technischer Vernunft, sondern verböte sich ebensosehr aus rein wirtschaftlichen Gründen, weil eine einmal gebaute Anlage schwerlich mehr vergrößert werden kann, wenn der steigende Bedarf dies in der Zukunft erforderlich machen sollte.

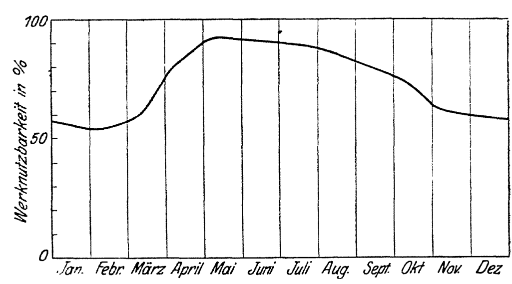



Abb. 2. Gesamtnutzbarkeit der zusammengefaßten Wassermengen der Flüsse Inn, Donau und Main.

Ein zweiter Weg zur Sicherstellung des Wasserkraftenergiebedarfes für jede Zeit des Jahres ist jener, unter Wahrung der Grundsätze technischer Ökonomik (d.h. Ausbau auf die wirtschaftlich günstigste Wassermenge unter Verzicht auf dauernde Vollbelastung) so viele Wasserkräfte auszubauen, daß auch in Niederwasserzeiten der ganze Bedarf an elektrischer Energie Deckung findet. Dann bleibt in den Frühjahrs- und Sommermonaten ein Überschuß an Energiedarbietung, der ziemlich beträchtlich ist. Seine eventuelle Nichtunterbringung beeinflußt die Belastungsverhältnisse der Werke natürlich ungünstig, erhöht demnach die Energieerzeugungsselbstkosten, was volkswirtschaftlich nach früheren Erwägungen untunlich ist.

Ein dritter Weg führte dazu, Wasserkraftanlagen technisch-wirtschaftlich großzügig in solchem Umfang auszubauen, daß die zusammengefaßten Sommerleistungen dem Maximalbedarf genügen, der Fehlbetrag an Energie während der Wintermonate dagegen durch Speicherwerke und Dampf- oder andere Wärmekraftmaschinen aufzubringen wäre. Für diesen letzteren Weg spräche nicht nur die günstige Belastung der Wasserkraftanlagen und die Tatsache, daß die während der Zeit hoher Wasserführung, also insbesondere während der Schnee- und Gletscherschmelze im Gebirge, stillstehenden Wärmekraftanlagen keinen Brennstoffverbrauch aufweisen, also durch den Stillstand nicht so stark belastet werden in den Selbstkosten, wie eine schlecht ausgenutzte Wasserkraftanlage, sondern es spräche dafür auch der Umstand, daß das Heizungsbedürfnis in der kalten, d. h. Niederwasserzeit durch Abfallwärme Deckung fände, und nicht zuletzt die Sicherstellung der Stromerzeugung in Perioden großer Wasserknappheit, welche z. B. die Jahre 1920 und 1921 charakterisieren. Denn in solchen Zeiten würden auch bei geringen Jahresdurchschnittsbelastungen der gesamt vorhandenen Wasserkraftanlagen die Reserven der Speicherwerke zu früh aufgezehrt sein, so daß sich also grundsätzlich Wärmekraftreserven als notwendig erweisen.

Auch die Ergebnisse der weiter oben angeführten behördlichen Untersuchung über den Energiebedarf und dessen Deckung nach Inbetriebnahme der zur Zeit im Bau befindlichen Wasserkraftanlagen weisen auf die Notwendigkeit von Dampfreserven zur Energiebedarfsdeckung an Winterwerktagen mit hoher Belastung hin. Für das Jahr 1925 wird noch mit 28000 kW. = 38000 PS. Dampfkraftmaschinenleistung zur Stromerzeugung gerechnet bei einer Jahresarbeit von 20 Millionen kWh. entsprechend 715 Betriebsstunden pro kW. und Jahr, wogegen für das gleiche Ausbaustadium im Sommer etwa 320 Millionen kWh. an Wasserkraft-Überschußstrom anfallen.

Die vorgenannte Dampfkraftmaschinenreserve von 28000 kW. ergab sich aus der Annahme eines Bedarfes von 740 Millionen kWh. Jahresarbeit für die allgemeine Elektrizitätsversorgung und 220 Millionen kWh. Jahresarbeit für den Bahnbetrieb im Jahre 1925. Uns kommt es für die Untersuchungszwecke darauf an, ein Bild über die Größe desjenigen hydroelektrischen Energiebedarfes zu gewinnen, der sich infolge der Umstellung der nicht als Reserve benötigten Wärmekraftmaschinen der Elektrizitätswerke ergibt. Zu diesem Zwecke sind die Elektrizitätswerke Oberbayerns und Schwabens streng zu scheiden von jenen der übrigen Regierungsbezirke des rechtsrheinischen Bayerns, und zwar deshalb, weil bei jenen die meisten Wärmekraftmaschinen bisher schon als Reserven der Wasserkraftanlagen Verwendung fanden, während bei den letzteren die Wärmekraftmaschinen in der überwiegenden Zahl als Hauptenergieerzeuger zu betrachten waren. Schon die Maschinenstatistik der gewerblichen Betriebszählung vom August 1917 bringt dies deutlich zum Ausdruck. Denn in Oberbayern und Schwaben standen damals 63594 PS. an Turbinenleistung 20046 PS. an Dampf- und 3188 PS. an Gas- und anderen Kraftmaschinenleistungen gegenüber. In Niederbayern, Oberpfalz und Franken ergab sich folgendes Verhältnis:

3445 PS. an Turbinen,
34525 „ „ Dampf- und
45432 „ „ Gas- und „anderen“ Kraftmaschinen.

Noch instruktiver wird das Bild, wenn die Stromerzeugung mit herangezogen wird. Nach der Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke vom Jahre 1917 erzeugten die Lechelektrizitätswerke Augsburg im Betriebsjahr 1915/16 51,239 Mill. kWh. mit Turbinen, 1,885 Mill. kWh. mit Wärmekraftmaschinen, 1917/18 61,88 Mill. kWh. bzw. 7,133 Mill. kWh. Für die Isarwerke lauten die Zahlen

für 1915: 20,947 Mill. kWh. und 1,013 Mill. kWh.; 1916: 21,492 Mill. kWh. und 1,644 Mill. kWh.; 1917: 21,99 Mill. kWh. und 3,598 Mill. kWh., für die Amperwerke Elektrizitäts A.-G. 1916/17: 20,161 Mill. kWh. und 0,675 Mill. kWh. Die Leistungen der entsprechenden Erzeugermaschinen sind hier leider nicht nach Wasserkraft und Wärmekraft getrennt. Für die Münchener Elektrizitätswerke sind auch die Erzeugungsmengen zusammengefaßt ausgewiesen mit 66,146 Mill. kWh. für das Jahr 1916. Es wurde deshalb auch die Statistik des Jahres 1920 herangezogen, weil diese die Höchstleistung der Stromerzeugermaschinen getrennt nach Wasserkraft und Wärmekraft angibt, also auch das Verhältnis der Leistungsfähigkeiten der Maschinen und der wirklichen Erzeugung klar zum Ausdruck bringt. Dabei muß aber darauf hingewiesen werden, daß die Kraftmaschinenleistungen vom Jahre 1917—1920 eine Erhöhung durch Erweiterung der Werke erfahren haben, also mit den Zahlen unserer Statistik vom Jahre 1917 nicht übereinstimmen. Nachdem wir aber nur die Bedeutung der Wärmekraftmaschinen für die Gesamtelektrizitätserzeugung Südbayerns erkennen wollen, ist dies für unsere Zwecke ohne Belang.

Tabelle 10.

| Elektrizitätswerk | Höchstleistung in kW. | | Erzeugte Energie in 1000 Jahr.-kWh. | | Erzeugung pro 1 kW Leistung in Jahr.-kWh. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wasserkraft | Wärmekraft | Wasserkraft | Wärmekraft | Wasserkraft | Wärmekraft |
| Lech-Elektrizitätswerke Augsburg | 12680 | 15000 | 65188 | 8227 | 5150 | 548 |
| Städt. Elektriz.-Werke München | 7625 | 24985 | 70879[1]) | 3907 | — | 157 |
| Amperwerke München | 2800 | 1500 | 17662 | | — | — |
| (dto. 1917/18) | (3670) | (1800) | (16873) | (662) | (4590) | (368) |
| Isarwerke München | 3300 | 12000 | 20432 | 2392 | 6180 | 199 |
| Günzburg | 80 | 40 | 442 | 16 | 5530 | 400 |
| Sonthofen | 300 | 175 | 741 | 78 | 2470 | 446 |
| Starnberg | 14,4 | 38,4 | 19 | 4 | 1320 | 104 |

Die vorstehende Übersicht zeigt deutlich, daß die Wärmekraftmaschinen in den Elektrizitätswerken Oberbayerns und Schwabens nur zur Deckung des Spitzenbedarfes und zur Aushilfe bei Niederwasser dienen. Selbst wenn diese Funktionen in Zukunft vollkommen und in ausreichendem Maße vom Bayernwerk einschließlich Walchenseekraftwerk übernommen würden, bedeutete der Ausfall dieser Wärmekraftmaschinen für diese zwei südbayerischen Versorgungsgebiete keinen erheblichen neuen Bedarf an Wasserkraftenergie, wohl aber eine schwere volkswirtschaftliche Gefahr beim Auftreten von Wasserklemmen. Ein Umstellungsbedürfnis besteht deshalb nicht.

Für die Bezirke Niederbayern, Oberpfalz und Gesamtfranken weist die gewerbliche Betriebszählung vom August 1917 79957 PS. an gesamter Wärmekraftmaschinenleistung der Elektrizitätswerke aus. Wie schon erwähnt, bildete diese Maschinenleistung die Grundlage für die Stromerzeugung dieser Versorgungsgebiete. Auch hier fehlt ein Anhalt dafür, welcher Prozentsatz dieser Leistung Reserven darstellt, und welcher der Spitzendeckung dient. Wird nun daran festgehalten, daß die Belastungsspitzen während des Tages durch den

[1]) Nach persönlichen Informationen bei der Direktion der städtischen Elektrizitätswerke ist in den 70,879 Mill. kWh. auch der Bezug aus den Anlagen des Leitzachkraftwerkes usw. mitenthalten, wogegen die 7625 kW. sich auf die Turbinen der Stadt beziehen.

Zusammenschluß der Großerzeuger und Verbraucher im Bayernwerksnetz einen gewissen Ausgleich finden und daher größere Spitzenreservemaschinen in den bisherigen Elektrizitätswerken entbehrlich machen, daß andererseits die Voraussetzungen für eine Umstellung — gemäß unseren generellen Richtlinien — gegeben sind, so darf nicht mehr die Leistung von 79957 PS. für die Umstellung zugrunde gelegt werden, sondern es muß auf die Jahresarbeit dieser Kraftmaschinen zurückgegriffen werden. Diese letztere ist dann unmittelbar gleich dem hydroelektrischen Energiebedarf, der an die Stelle dieser wärmeelektrischen Energie zu treten hätte. Da die vorliegende Untersuchung auf der Statistik von 1917 fußt, muß auch der genannte Energiebedarf dieser Statistik entnommen werden zur Wahrung der Einheitlichkeit des Ergebnisses. Die damalige Erhebung ergab ca. 81 Millionen kWh.[1]). Freilich ist diese Zahl — wie früher schon erwähnt — nicht zuverlässig, und zwar wahrscheinlich zu klein. Da aber auf die Wärmekraftreserven, welche für die winterliche Niederwasserperiode und für die kritischen Zeiten der Wasserklemmen nach der Umstellung doch nicht entbehrt werden können, ein Teil der obigen Erzeugung entfällt, haben wir in den 81 Millionen kWh. eine Reserve, durch welche die Unsicherheit dieser statistischen Zahl einen gewissen Ausgleich findet.

Damit ist die Einteilung der Gewerbearten in umstellbare, teilweise und nicht umstellbare durchgeführt. Die Tabellen 11a und 11b, sowie Abb. 3 geben eine gedrängte Zusammenfassung des Ergebnisses.

Die nächste Aufgabe gilt nun der Ermittlung der Kohlenersparnis und des hydroelektrischen Energiebedarfes nach der vollzogenen Umstellung der Dampfkraftmaschinen.

Zur Beschaffung der hierfür notwendigen Grundlagen dienen die folgenden beiden Betrachtungen.

Tabelle 11a.

| Gewerbegruppe | Dampfkraftmaschinenleistung in PS. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | umstellbar | teilw. umst. | nicht umst. | zusammen |
| III. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen, Torfgräberei | 3547 | 891 | 47362 | 51800 |
| IV. Industrie der Steine und Erden | 14037 | 5417 | 13666 | 33120 |
| V. Eisen- und Metallverarbeitung | 19720 | 31967 | — | 51687 |
| VI. Industrie der Maschinen, Instrumente und Apparate | 20857 | — | — | 20857 |
| VII. Elektrotechnische Industrie | — | 7886 | — | 7886 |
| VIII. Chemische Industrie | — | 4528 | 6319 | 10847 |
| IX. Spinnstoffindustrie | 40609 | 27979 | 5468 | 74056 |
| X. Papierindustrie | — | 16481 | — | 16481 |
| XI. Lederindustrie | 435 | — | 1461 | 1896 |
| XII. Gummi- und Asbestindustrie | — | — | — | — |
| XIII. Industrie d. Holz- u. Schnitzstoffe | 28070 | 3556 | — | 31626 |
| XIV. Nahrungsmittelindustrie | 4507 | 4388 | 39410 | 48305 |
| XV. Bekleidungsgewerbe | 1264 | — | — | 1264 |
| XVI. Reinigungsgewerbe | 240 | 145 | 2160 | 2545 |
| XVII. Baugewerbe | 1741 | — | 13587 | 15328 |
| XVIII. Vervielfältigungsgewerbe | 745 | — | — | 745 |
| XIX. Künstlerisches Gewerbe | 125 | — | — | 125 |
| XX. Gas- und Wasserwerke | 1306 | — | 1440 | 2746 |
| Zusammen: | 137203 | 103238 | 130873 | 371314 |

[1]) Vgl. Hilfsübersichten zu Tafel 5 der gewerblichen Betriebezählung vom 15. August 1917 unter lfd. Nr. 365 des Gewerbeschemas (nicht veröffentlicht).

Tabelle 11b.

Verteilung der Dampfkraftmaschinenleistungen auf die drei Umstellungsgrade und Zahl der solche Maschinen verwendenden Betriebe, getrennt nach Einzel- und Gesamtbetrieben, für 1914 und 1917.

| Umstellungsgrad | Einzelbetriebe | | | | Gesamtbetriebe | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1914 | | 1917 | | 1914 | | 1917 | |
| | Zahl d. Betr. | PS. | Zahl d. Betr. | PS. | Zahl d. Betr. | PS. | Zahl d. Betr. | PS. |
| Umstellbar . . . . . . | 672 | 62801 | 632 | 61153 | 785 | 84302 | 765 | 76050 |
| Teilweise umstellbar . | 436 | 67150 | 417 | 56483 | 208 | 53160 | 194 | 46755 |
| Nicht umstellbar . . . | 986 | 73847 | 825 | 73416 | 565 | 53199 | 534 | 57457 |

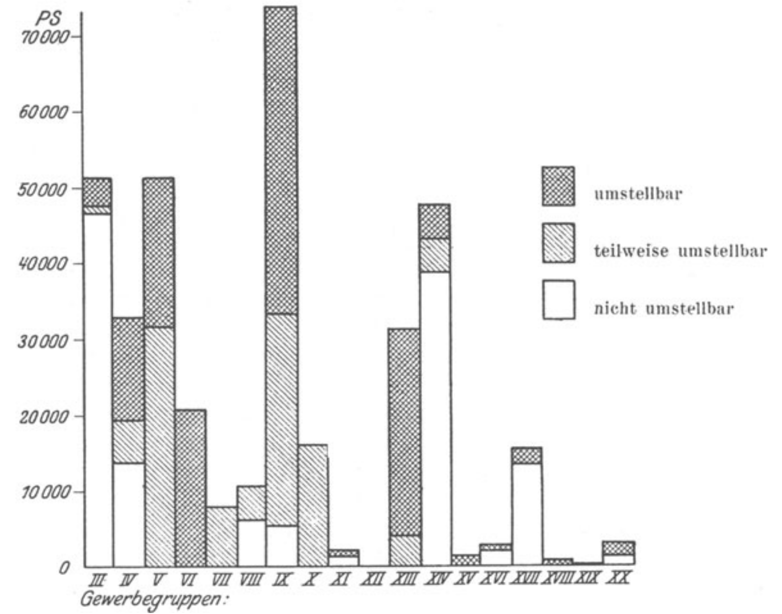



Abb. 3. Bildliche Darstellung der Umstellungsmöglichkeiten für die Dampfkraftmaschinenleistungen in den Gewerbegruppen III—XX (ohne Elektrizitätswerke) entsprechend dem generellen Umstellungschema.

## 4. Die Grundlagen für die Ermittlung der Kohlenersparnis und des elektrischen Energiebedarfs als Folge der Umstellung der Dampfkraftmaschinen.

### a) Kohlenverbrauch pro Pferdekraftstunde.

Die zahlenmäßige Erfassung der Kohleneinsparung durch die Umstellung der dafür geeigneten Betriebe von der Kohlenbasis auf die Wasserkraftenergiebasis schien sich nach den vorhergehenden Untersuchungen selbst zu ergeben, da mit der Einreihung der Gewerbearten in das erstellte generelle Schema die Kohlenverbrauchsstatistik eine analoge Gliederung erfuhr. Die hieraus hervorgehende Summe des Kohlenverbrauches der umstellbaren Betriebe zeigt aber keineswegs die gesuchte Einsparung,

1. weil sie einmal auch Betriebe umfaßt, welche keine Dampf- oder anderen kohleverbrauchenden Wärmekraftmaschinen benutzen,

2. weil sie ferner die Heizungskohle für die Betriebsstätten, in manchen Fällen wahrscheinlich auch den Hausbrand mitenthält,

3. weil die Kohlenstatistik weiterhin den Kohlenverbrauch für technologische Zwecke miteinschließt, welche auch bei sonst durchgeführter Umstellung noch Kohle erfordern werden, und

4. weil schließlich der Heizwert der verbrauchten Kohlen unberücksichtigt geblieben ist. Diese Gründe wiesen auf einen anderen Weg zur Ermittlung der möglichen Kohleneinsparung bei Durchführung der Umstellung. Der naheliegende Gedanke, dabei auf die Größe der Erzeugung zurückzugreifen, mußte an dem Fehlen einer umfassenden Produktionsstatistik und an der Verschiedenheit des Kohlenverbrauches pro Produkteinheit in den einzelnen Betrieben der gleichen Gewerbeart scheitern. Wir werden deshalb genötigt unter Verzicht auf statistisches Zahlenmaterial den Kohlenverbrauch pro Leistungseinheit, in unserem Falle pro Pferdekraftstunde, als Grundlage für die Ermittlung der möglichen Kohlenersparnis zu wählen.

Bislang war es vielfach gebräuchlich, für volkswirtschaftliche Untersuchungen bei großen Kraftanlagen pro kWh. 1,0—1,2 kg Kohle anzusetzen, wobei die Frage des Heizwertes der Kohle offen blieb. Es erübrigt sich für uns eine Untersuchung darüber, ob und inwieweit dieser Wert den heutigen tatsächlichen Verhältnissen nahekommt. Denn einmal sind die Unterlagen für eine solche Feststellung unzureichend. Außerdem haben wir ja gleich zu Beginn der vorliegenden Untersuchung die grundsätzliche Erkenntnis gewonnen, daß das Streben nach Verringerung des Kohlenverbrauches sowohl vom volkswirtschaftlichen, als auch vom technischen Standpunkt aus als ein grundsätzliches Streben zu betrachten ist. Die Heranziehung der Wasserkraftenergie ist dabei nur einer der hierzu geeigneten Wege. Auch beim Fehlen von Wasserkräften würde dieses Streben vorhanden sein. Deshalb darf dem Konto der Wasserkrafterschließung nur jene Kohlenersparnis gutgeschrieben werden, welche erzielt würde, wenn die durch technisch-wirtschaftliche Maßnahmen vervollkommneten Kohlenenergieanlagen eine Umstellung auf Wasserkraftenergie erführen. Die mögliche Einsparung derjenigen Kohlenmenge, die bisher als Folge veralteter und unzweckmäßiger technischer Anlagen oder schlechter Energiebewirtschaftung verschleudert wurde, geht zugunsten der wärmeökonomischen Maßnahmen [1]). Diese Stellungnahme führt zur Annahme jener Kohlenverbrauchszahlen pro Leistungseinheit, welche wärmeökonomisch und wärmetechnisch guten Anlagen entsprechen. Auch dann haben wir es noch mit Zahlen zu tun, die sehr schwanken, je nach der Größe der Maschineneinheit und je nach der Maschinenart. So gibt Gerbel [2]) für eine Kondensationsdampfmaschine von 12 Atm. absoluter Admissionsdampfspannung, 280° C Temperatur, 720 WE. pro kg Dampf und gutem Vakuum 4,0 kg Dampfverbrauch pro Pferdekraftstunde (entsprechend 0,59 kg Kohle von 7000 WE./kg bei 30 % Verlust bis zur Maschine). Für eine unter gleichen Verhältnissen arbeitende Gegendruckmaschine von 4 Atm. absolutem Gegendruck steigt der Dampfverbrauch auf 12 kg pro Pferdekraftstunde (entsprechend einem Kohlenverbrauch von 1,76 kg bei 30 % Verlust bis zur Maschine). Dafür hat man bei der ersten Maschine als Abfallenergie die Wärme eines Wassers von 39° C, bei der letzteren überhitzten Dampf von 155° C. Aus diesem Grunde verwertet man die Gegendruckturbine bei großem Abwärme- aber geringem Kraftbedarf oder geringer Kraft-

[1]) Die hierfür in Betracht kommenden Kohlenmengen sind sehr erheblich (vgl. die Tabellen 14, 15 u. 17, S. 61 u. 62).

[2]) Vgl. Gerbel: Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie (a. a. O.), S. 50.

verwertungsmöglichkeit. Bei steigendem Kraftbedarf kommen — in der Reihenfolge des steigenden Kraftbedürfnisses — folgende Maschinen in Betracht: Gegendruckkolbenmaschine, Auspuffturbine, Auspuffmaschine. Wenn der Kraftbedarf den Wärmebedarf weit überwiegt, ist die Kondensationsmaschine am ersten am Platze.

Wird nun angenommen, daß die Dampfkraftmaschinenanlagen im bayerischen Gewerbe im großen und ganzen, oder wenigstens bezüglich der größeren Werke, nach diesen Gesichtspunkten erstellt sind, so ergibt sich folgender Schluß: Die großen Kohlenfresser unter den Dampfkraftmaschinen (Gegendruckturbinen usw.) werden sich hauptsächlich dort finden, wo viel Wärme — neben wenig Kraft — gebraucht wird. Da wir aber gerade diese Betriebe als nicht umstellbar befunden haben, hat der hier einschlägige durchschnittliche Kohlenverbrauch pro Pferdekraftstunde keinen Belang für unsere Untersuchung. Es verbleiben demnach nur Auspuff- und Kondensationsmaschinen hinsichtlich ihres Kohlenverbrauches zur Berücksichtigung für unsere Untersuchungszwecke.

Der zweite wichtige Faktor für die Kohlenverbrauchsziffer pro Leistungseinheit ist die Größe der Maschineneinheit. Wir trugen ihm dadurch Rechnung, daß wir die Leistungszahlen jeder Gewerbeart für jeden Regierungsbezirk zusammenzogen und durch die zugehörige Anzahl der Maschinen dividierten, solcherart also einen Mittelwert für die Leistung der Maschineneinheit pro Gewerbeart und Regierungsbezirk gewinnend.

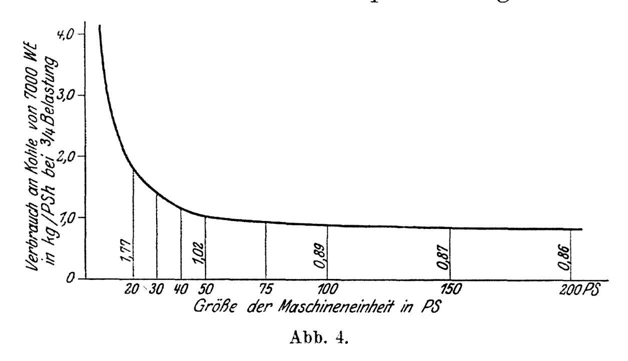


Abb. 4.

Bezüglich der Belastung der Maschinen wurde — mit wenigen Ausnahmen — die Annahme gemacht, daß sie im Jahre 3000 Stunden bei 75 %iger Belastung im Betriebe sind, d. h. arbeitstägig etwa 10 Stunden. Der Kohlenverbrauch bezieht sich auf eine Kohle von 7000 WE./kg. Anheizen, Durchbrand, Strahlungs- und Leitungsverluste in den Betriebspausen erforderten einen Zuschlag zu den Verbrauchsziffern im praktischen Betrieb, der nach Barth[1]) mit 7,5 % bei 3000 Betriebsstunden (und mit 19 % bei 1000 Betriebsstunden) anzusetzen war. Die Berücksichtigung der vorstehenden Erwägungen und Annahmen ergab nun die in Abb. 4 dargestellte Schlüsselkurve für den durchschnittlichen Kohlenverbrauch pro Pferdekraftstunde.

Es ist natürlich, daß diese Art der Ermittlung der Kohlenersparnis insgesamt und für jede einzelne Gewerbeart zu Werten führt, welche hinter dem bisherigen tatsächlichen Verbrauch zurückbleiben aus den bereits angezogenen Gründen. Nur die Gewerbegruppe der Holz- und Schnitzstoffe macht hiervon eine Ausnahme insofern, als unsere theoretisch ermittelte Kohlenersparnis hier häufig wesentlich größer ist, als der tatsächliche, statistisch erfaßte Kohlenverbrauch. Diese Erscheinung erfuhr bereits gelegentlich der Einreihung dieser Gewerbegruppe in unser Umstellungsschema ihre Würdigung. Da die Kohlenersparnis praktisch nicht größer sein kann als der wirkliche Verbrauch, rückte in diesen Fällen der letztere an Stelle unseres errechneten Wertes.

---

[1]) Vgl. Fr. Barth: Wahl, Projektierung und Betrieb von Kraftanlagen. Berlin: Julius Springer 1919.

Der soeben ermittelte Weg zur Ermittlung der möglichen Kohlenersparnis aus Anlaß der Umstellung bedarf bezüglich des Endergebnisses, zu dem er führen wird, noch einer kritischen Würdigung. Wenn wir uns vergegenwärtigen, daß wir mit der Umstellungsmöglichkeit weit gegangen sind, daß wir ferner 3000 Betriebsstunden pro Jahr bei 75 %iger Dauerbelastung der Maschinen für sämtliche Tagesbetriebe angenommen haben, daß weiterhin die nicht erfaßbaren Reservemaschinen mit inbegriffen sind, und daß die Umstellung da und dort ein Bedürfnis nach Heizungskohle auslösen wird, also der Einsparung ein neuer Verbrauch in anderer Form gegenübersteht, so ergibt sich die sehr große Wahrscheinlichkeit, daß die Kohlenersparnisziffer in unserem Endergebnis reichlich sein wird.

### b) Strombedarf pro umzustellendes Dampfkilowatt.

Die bisherigen Betrachtungen zeigten die Möglichkeit, einen Teil der im rechtsrheinischen Bayern installierten Dampfkraftmaschinen auf Wasserkraftenergie umzustellen. Es ist nun die Frage, welchen hydroelektrischen Energie-

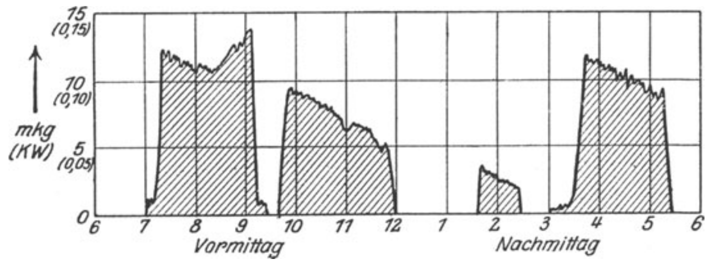



Abb. 5[1]. Arbeitsbild einer Drehbank, mit Schrubbarbeiten beschäftigt.

bedarf diese Umstellung auslöst. Wenn wir die umstellbaren Dampfpferdestärken mit 0,736 multiplizieren, ihre Kraftleistung also in Kilowatt ausdrücken, dann läuft diese Frage letzten Endes darauf hinaus, zu ermitteln, wie viele Kilowattstunden an Wasserstromarbeitsleistung im Jahre für jedes umzustellende Dampf-

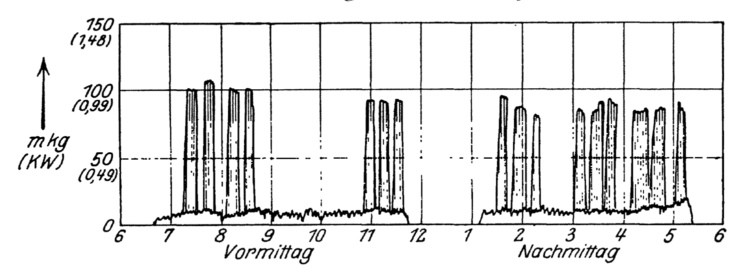



Abb. 6[1]. Arbeitsbild eines Fallhammers.

kilowatt notwendig sind. Dabei wird der Anschlußwert der umgestellten Betriebe im allgemeinen keineswegs identisch mit den umzustellenden Dampfkilowatt sein, weil bei der Umstellung von Dampfkraftmaschinen auf Elektromotoren von der wertvollsten Eigenschaft der elektrischen Energie, nämlich von ihrer fast unbegrenzten Teilbarkeit immerhin Gebrauch gemacht werden wird. Und dieser Übergang vom Gruppenantrieb zum unterteilten oder gar Einzelantrieb

[1]) Vgl. Der Betrieb S. 205, 1920.

bedingt eine Erhöhung der Gesamtmotorenleistung gegenüber dem Transmissionsbetrieb, da im extremen Fall des ausschließlichen Einzelantriebes jeder Motor dem höchsten Kraftbedarf der anzutreibenden Maschine Genüge leisten muß. Damit steigt naturgemäß auch der Anschlußwert eines solchen Betriebes.

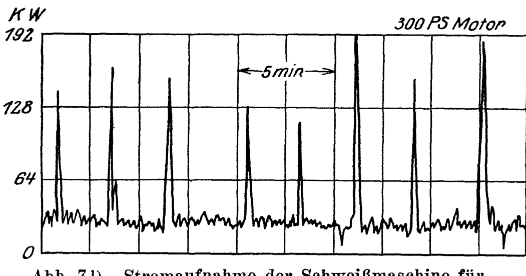



Abb. 7 [1]). Stromaufnahme der Schweißmaschine für überlappte Rohre.

Allerdings stellt der extreme Fall des ausschließlichen Einzelantriebes für unsere, alle Gewerbebetriebe umfassende Betrachtung einen Ausnahmefall dar. Er findet vor allem Verwendung für Arbeitsmaschinen, welche dauernd in Tätigkeit bleiben und dabei einen unveränderlichen Kraftbedarf zeigen, wie Ringspinnmaschinen und Getreidemühlen. Für die übergroße Zahl der Arbeitsmaschinen ist das Kraftbedürfnis ein außerordentlich schwankendes. Der Höchstwert wird dabei selten erreicht, dagegen kommen häufige und unregelmäßig lange Stillstände vor. Zu dieser Maschinengattung zählen neben den Selfaktoren des Textilgewerbes vor allem alle Werkzeugmaschinen der mechanischen Werkstätten (vgl. die Abbildungen 5—9).

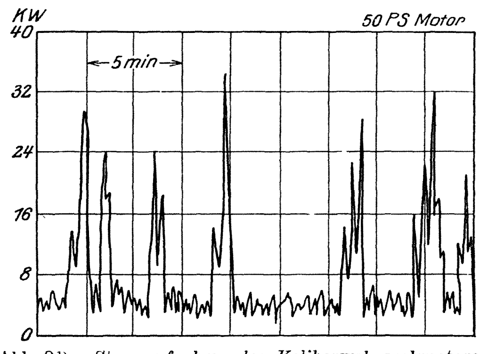



Abb. 8 [1]). Stromaufnahme des Kaliberwalzwerkmotors beim Herstellen von 475 m/m Rohren.

Bei Zusammenfassung solcher Maschinen zu einer Gruppe wird der Gesamtkraftbedarf für die Gruppe um so gleichmäßiger sein, je mehr Maschinen vereinigt werden. Damit nähert sich der Höchstbedarf dem durchschnittlichen Kraftbedarf. Allerdings stehen einer solch weitgehenden Zusammenfassung die erheblichen Transmissions- und Vorgelegeverluste hindernd im Wege, wogegen mit der Unterteilung der Gesamtkraft die Aufwendungen für die Leistungseinheit der Motoren

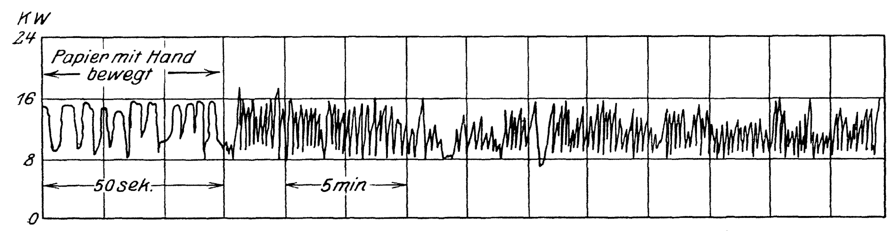



Abb. 9 [1]). Stromaufnahme der Stumpfschweißmaschine beim Herstellen von 20 mm Rohren.

ansteigen. Die Betriebspraxis zeigt deshalb für den Landesdurchschnitt einen Gruppenantrieb, der etwa in der Mitte zwischen dem Antrieb der Arbeitsmaschinen mittels eines Elektromotors über Transmission und Vorgelege und dem extremen Einzelantrieb, bei dem jede Arbeitsmaschine direkt mit einem Elektromotor gekuppelt ist, liegen mag.

[1]) Vgl. Elektr. Kraftbetr. u. Bahnen u. Z. d. V. d. I. No. 27. 1912.

Wenn wir mit diesen Erwägungen nun auch zu keinem Zahlenergebnis kommen, so bringen sie uns doch immerhin zum Bewußtsein, daß der Jahresstromverbrauch pro angeschlossenes Elektromotorenkilowatt nach der vollzogenen Umstellung kleiner sein wird als der Stromverbrauch pro umzustellendes Dampfkilowatt. Wir dürfen deshalb das statistische Material, welches uns für den elektrischen Energieverbrauch pro Kilowatt der Elektromotorenbetriebe zur Verfügung steht, unserer Untersuchung nicht unmittelbar zugrunde legen, da wir sonst einen zu kleinen Wasserstrombedarf ermitteln würden. Andererseits ergeben sich zu große Werte, wenn der Strombedarf für die umzustellenden Dampfkilowatt mit 3000 Betriebsstunden pro Jahr multipliziert wird, wie folgende Überlegung zeigt.

Bekanntlich umfaßt die Zahl der umzustellenden Dampfkilowatt Reservemaschinen, welche im allgemeinen nur dann einen Strombedarf auslösen, wenn eine andere Kraftmaschine ausfällt. Dadurch vermindert sich bereits der Strombedarf im Durchschnitt pro Dampfkilowatt. Weiterhin wird der Motor erst eingeschaltet, wenn das Kraftbedürfnis da ist. Nach dessen Befriedigung wird er sofort wieder abgeschaltet. Bei 44stündiger Arbeitswoche wird er günstigst 2000 Stunden im Jahre laufen, bei 56stündiger Arbeitswoche etwa 2600 Stunden. Bei 10stündigen Arbeitstagen würde das Motorenkilowatt unter der Voraussetzung einer dauernd vollen Belastung also 2600 kWh. im Jahre erfordern. Man nimmt nun als Jahresdurchschnittsbelastung für mittlere Betriebe $^2/_3$, für größere Betriebe $^3/_4$ der Vollbelastung an. Zweifelsohne sind diese Zahlen zu groß, wie die Elektrizitätsstatistik zeigt [1]). Behält man aber den Wert $^2/_3$ bei, so ergäbe das bei 2600 Jahresbetriebsstunden 1740 kWh. Hiervon sind nun in unserem Falle die Dampfkilowatt der Reservemaschinen abzuziehen. Wir schätzen diesen Wert mit 240 kWh. pro Jahr und umzustellendes Dampfkilowatt, das sind rund 14 % der ermittelten 1740 kWh., veranschlagen also den durchschnittlichen jährlichen elektrischen Energiebedarf pro umzustellendes Dampfkilowatt endgültig mit 1500 kWh. für 10stündigen Tagesbetrieb. Nur wo besondere Verhältnisse es geboten erscheinen ließen, z. B. bei durchgehenden Betrieben, wurde mit einem höheren Bedarf gerechnet. Daher kommt es, daß der effektive durchschnittliche Strombedarf pro umzustellendes Dampfkilowatt im Schlußergebnis für umstellbare Betriebe den Wert 1700 kWh. und für umstellbare und teilweise umstellbare zusammengenommen 1660 kWh. erreicht. Die getroffene Wahl von 1500 kWh. wollen wir noch einer kritischen Betrachtung unterziehen, indem wir ihr den tatsächlichen statistisch erfaßten Jahresstromverbrauch der elektrischen Betriebe gegenüberstellen.

Nach der Erhebung des Bayerischen Statistischen Landesamtes vom Jahre 1910 über „die Verwertung von Elektrizität in Bayern unter besonderer Berücksichtigung von München und Umgebung [2])“ ergibt sich folgendes instruktive Bild über den durchschnittlichen Jahresstromverbrauch (Tabelle 12).

Danach ist der von uns angesetzte Strombedarf pro umstellendes Dampfkilowatt nahezu um 50 % größer als der durchschnittliche Jahresstromverbrauch pro angeschlossenes Kilowatt in den Elektromotorenbetrieben in München und Umgebung im Jahre 1910. Die Heranziehung der Münchener Verhältnisse ist

---

[1]) Nach Prof. Klingenberg: Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1913, S. 412, kann bei kleineren Maschinenfabriken (d. s. in Bayern etwa mittlere Betriebe) bei einer Betriebszeit von 3000 Std./Jahr auf eine Benutzungszeit, bezogen auf den Anschlußwert von 1400—1500 Stunden gerechnet werden. (Also bei 2600 Betriebsstunden etwa 1200—1300 kWh. pro kW.)

[2]) Vgl. Heft 1, Jg. 1913 der Zeitschr. des Bayer. Stat. Landesamtes.

Tabelle 12.

| Größenklasse | Durchschnittlicher Jahresstromverbrauch in kWh. auf 1 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Betrieb | beschäftigte Person | Motor | Maschine | kW. Anschluß-Wert |
| Kleinbetriebe (1—5 Personen) . | 785,8 | 255,7 | 635,5 | 360,6 | 396,7 |
| Mittelbetriebe (6—50 Personen) . | 3 562,3 | 231,2 | 1567,8 | 754,5 | 745,3 |
| Großbetriebe (51 u. mehr Pers.) . | 70 922,4 | 380,0 | 4737,8 | 2638,1 | 1202,9 |
| Im Durchschnitt überhaupt . . | 9 876,7 | 339,1 | 3052,0 | 1624,5 | 1027,9 |

Tabelle 13.

| Elektrizitätswerk | Betriebsjahr | Kraft-Anschl.-Wert in kW. | Kraftstromverbrauch in kWh. für diesen Anschlußwert | Jahresstromverbrauch pro kW. Anschlußwert in kWh. |
|---|---|---|---|---|
| Bamberg . . . . . . | 1910 | 945 | 192 000 | 204 |
| | 1914 | 1 456 | 542 220 | 375 |
| | 1917 | 1 768 | 669 268 | 378 |
| | 1920 | 2 377 | 670 119 | 283 |
| Aschaffenburg . . . | 1910 | 676 | 1 110 306 | 1650[1]) |
| | 1914 | 886 | 227 451[2]) | 257 |
| | 1917 | 1 003 | 589 017 | 585 |
| | 1920 | 1 737 | 1 376 275 | 792 |
| Fürth i. Bayern . . | 1914 | 3 354 | 1 563 460 | 466 |
| | 1917 | 3 740 | 1 756 932 | 470 |
| | 1920 | 5 734 | 2 395 000 | 417 |
| Nürnberg . . . . . | 1914 | 9 657 | 3 836 005[3]) | 398 |
| | 1917 | 12 542 | 6 291 232 | 500 |
| | 1920 | 15 185 | 4 904 080[4]) | 320 |
| München-Stadt . . . | 1914 | 18 482 | 6 391 115 | 345 |
| | 1917 | 22 452 | 8 019 169 | 358 |
| | 1920 | 29 955 | 8 219 753 | 273 |
| * * * . . . . . | 1914 | 51 938 | 33 350 390[5]) | 645 |
| | 1917 | 94 121 | 57 220 917[5]) | 610 |
| | 1920 | 130 151 | 65 943 796[5]) | 505 |

deshalb das Gegebene, weil München — Stadt und Land — nicht nur einen der gewichtigsten gewerblichen Schwerpunkt des rechtsrheinischen Bayerns darstellt, sondern weil hier auch die Verwertung der Wasserkräfte frühzeitig in erheblichem Umfange eingesetzt hatte und dadurch die Möglichkeit zu ausgiebiger Elektrisierung der Betriebe gegeben war. Freilich liegt zwischen dieser Erhebung und unserer Untersuchung eine zehnjährige gewerbliche Weiterentwicklung. Die technischen Bedingungen, wie sie mit den Abb. 5 — 9 charakterisiert wurden, blieben in dieser Zeit nun die gleichen. Um gleichwohl an Hand von Zahlen aus den Werken ein Bild über die Entwicklung der letzten Jahre zu gewinnen, wurde, da die Statistik der Vereinigung der

[1]) Vgl. hierzu vorletzten Absatz auf Seite 60.

[2]) Am 1. Januar 1913 ist ein Großabnehmer mit 235 kW. und einer Jahresstromentnahme von ca. 1,1 Mill. kWh. abgesprungen.

[3]) In diesem Verbrauch sind jene kWh. mitenthalten, also als reiner Kraftverbrauch gerechnet, die für Kraft- und Lichtverbrauch zu einheitlichem Tarife abgegeben wurden, und zwar 1914: 1 257 103, 1917: 2 089 974, 1920: 649 088 kWh.

[4]) Im Jahre 1920 sind vereinbarungsgemäß sämtliche industriellen Anlagen mit über 60 kW. an das Großkraftwerk Franken abgetreten worden. Trotzdem zeigt auch dieses Werk nach den eingeholten Informationen den gleichen typischen Rückgang im Jahresstromverbrauch pro Kilowatt Anschluß für das Jahr 1920 wie die anderen Großanlagen.

[5]) Licht- und Kraftstromverbrauch.

Elektrizitätswerke die Anschlußwerte der angeschlossenen Betriebe nicht enthält, der Versuch unternommen, durch Rundfragen bei einer großen Zahl von Elektrizitätswerken Aufschluß über die Änderung des Stromverbrauches pro Motorenanschlußwert in Kilowatt während dieser Entwicklungszeit zu erhalten.

Die verschiedenartigen Betriebsverhältnisse der Elektrizitätswerke (Stromabgabe nach Pauschalgebühren, Abgabe von Strom für Licht und Kraft nach einheitlichem Tarif usw.) ließen von vornherein nur eine beschränkte Zahl von Rückantworten erwarten, die für unsere Zwecke brauchbar waren. Viele Antworten blieben überhaupt aus.

Das Ergebnis der Rundfragen ist in Tabelle 13 zusammengestellt.

Tabelle 13 bzw. Abb. 10 zeigen nicht nur einen verhältnismäßig niederen Jahresstromverbrauch pro angeschlossenes Kilowatt, sondern gleichzeitig eine Abnahme des Verbrauches pro Kilowatt seit 1917. Diese letztere Erscheinung ist zum Teil wohl auf die Sperrmaßnahmen zurückzuführen als Folge der Kohlennot und der Wasserklemmen (München-Stadt!). Außerdem wurden in den letzten Jahren viele Produktionsstätten elektrisiert, worauf das Anwachsen des Anschlußwertes hinweist; die Betriebsanlagen konnten aber im Jahre 1920 wegen Absatzstockungen nicht voll ausgenutzt werden. Schließlich erheischt in diesem Zusammenhang auch die Tatsache Beachtung, daß viele Werke mit eigenen Kraftanlagen Anschluß an Elektrizitätswerke suchten, um im Falle eines Brennstoffmangels für die Eigenanlagen die Energie aus diesen Werken beziehen zu können. Im großen und ganzen zeigt uns die graphische Darstellung, daß mit einer merklichen Steigerung des Stromverbrauches pro angeschlossenes Kilowatt nicht zu rechnen ist. Was die absolute Höhe dieses Jahresstromverbrauches pro Kilowatt Anschlußwert anlangt, so ist zu beachten, daß Großbetriebe im allgemeinen ihre Motoren günstiger belasten als Mittel- und Kleinbetriebe.

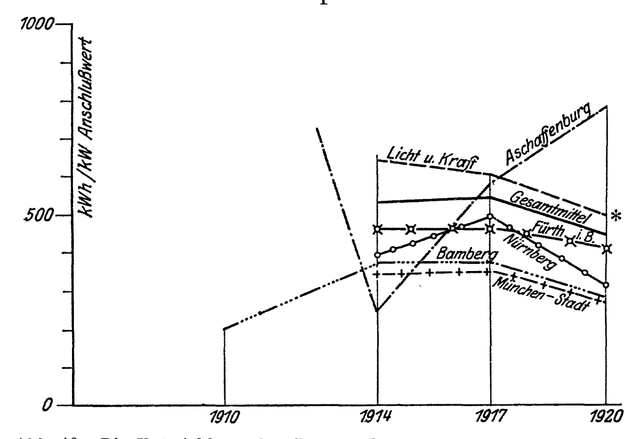



Abb. 10. Die Entwicklung des Stromverbrauches pro angeschlossenes Kraftkilowatt in den letzten 7 Jahren bei Elektrizitätswerken in Bayern.

Die Tabelle 12 bringt das deutlich zum Ausdruck mit den 1202,9 kWh. pro angeschlossenes Kilowatt der Großbetriebe. Der Landesdurchschnitt wird aber stets merklich unter diesem Werte liegen. Nebenbei bemerkt, setzt diese günstigere Belastung die Großbetriebe ja häufig erst in den Stand, die Kilowattstunde mit eigener Wärmekraftanlage billiger zu erzeugen, als manche Elektrizitätswerke sie zu liefern vermögen.

Zusammenfassend sprechen die angestellten Erwägungen dafür, daß die Erwartung, mit der Wahl von 1500 kWh. Jahresstrombedarf für jedes umzustellende Dampfkilowatt einen ausreichenden Verbrauch zugrunde gelegt zu haben, zutreffend ist.

## 5. Zusammenstellung der Energiebilanz für das bayerische Gewerbe und die Wertung des Ergebnisses.

Nachdem in den beiden letzten Abschnitten Grundlagen für die Ermittelung der Kohlenersparnis und des Energiebedarfes gewonnen wurden, stand der Aufstellung der Energiebilanz nichts mehr im Wege. Sie geschah mit Hilfe von Tabellen, die außer den Rubriken des im Anhang beigegebenen Schemas noch folgende Schlüsselspalten aufwiesen: Bei den Dampfkraftmaschinen zwei Spalten für die Eintragung der durchschnittlichen Leistungszahl in PS. einer Maschineneinheit in den Jahren 1914 und 1917, wonach sich dann der anzusetzende Kohlenverbrauch pro Pferdekraftstunde bestimmte, ferner eine Rubrik für die angenommene Arbeitsstundenzahl pro Jahr der an die Stelle der ersetzten Dampfkraftmaschinen tretenden Elektromotoren; schließlich noch eine Spalte für den jeweils anzusetzenden Kohlenverbrauch pro Pferdekraftstunde. Die Anlage der Tabellen geschah derart, daß für jeden Regierungsbezirk eine Tabellenserie angelegt wurde, die wiederum unterteilt war in umstellbare, teilweise umstellbare und nicht umstellbare Gewerbearten. Diese drei Untergruppen waren dann jeweils noch zu zerlegen in Einzelbetriebe und Gesamtbetriebe. Es ergaben sich demnach für die 7 rechtsrheinischen Regierungsbezirke je 6 Unterserien, insgesamt also 42 Tabellenserien. Jede solche Serie umfaßte alle jene Gewerbearten, welche Wärmekraftmaschinenbetriebe in der zutreffenden Betriebsform (Einzelbetrieb oder Gesamtbetrieb) und für den entsprechenden Umstellungsgrad aufwiesen. Die Unterteilung wurde also geführt bis zu den nach Einzel- und Gesamtbetrieben ausgeschiedenen Gewerbearten jedes Regierungsbezirkes.

Um für Gas- und andere Kraftmaschinen keine Sondertabellen herstellen zu müssen, wurden sie bezüglich der Gliederung wie Dampfkraftmaschinen behandelt. Die Strombedarfsermittlung bei ihrer evtl. Umstellung erfolgt aber erst zum Schlusse summarisch. Diese Schlüsseltabellen wurden dann wiederum zu Tafeln zusammengezogen, dessen Schema — wie obenerwähnt — im Anhang beigegeben ist. Sie zeigten die Ergebnisse detailliert nach Gewerbegruppen für jeden Regierungsbezirk, und zwar jeweils gesondert für jeden der drei Umstellungsgrade.

Tabelle 14[1].

Kohlenersparnis und -verbrauch der umstellbaren Betriebe, getrennt nach Einzel- und Gesamtbetrieben, in den rechtsrheinischen Regierungsbezirken.

| Regierungsbezirk | Einzelbetriebe: umstellbare Dampfkr.-Maschinenleistung | Einzelbetriebe: Kohlenersparnis | Einzelbetriebe: Kohlenverbrauch d. umstellb. Gewerbearten n. d. Statistik vom 15. August 1917: 1914 | Einzelbetriebe: Kohlenverbrauch … 1917 | Gesamtbetriebe: umstellbare Dampfkr.-Maschinenleistung | Gesamtbetriebe: Kohlenersparnis | Gesamtbetriebe: Kohlenverbrauch d. umstellb. Gewerbearten n. d. Statistik vom 15. August 1917: 1914 | Gesamtbetriebe: Kohlenverbrauch … 1917 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | PS. | Tonnen | Tonnen | Tonnen | PS. | Tonnen | Tonnen | Tonnen |
| Oberbayern . . . | 7071 | 14833 | 98701 | 101333 | 10312 | 19105 | 68552 | 70057 |
| Niederbayern . . | 3754 | 9545 | 17412 | 20578 | 3693 | 5290 | 20169 | 16792 |
| Oberpfalz . . . . | 7530 | 18033 | 78209 | 48368 | 5092 | 12540 | 47972 | 36069 |
| Oberfranken . . . | 14769 | 34385 | 143186 | 61118 | 14223 | 37182 | 95524 | 62607 |
| Mittelfranken . . | 6319 | 20389 | 87173 | 78652 | 13746 | 36132 | 79619 | 86124 |
| Unterfranken . . | 8742 | 25398 | 99492 | 71437 | 10841 | 26768 | 42375 | 91998 |
| Schwaben . . . . | 12968 | 25966 | 61581 | 57313 | 18143 | 40979 | 80943 | 65899 |
| Zusammen: | 61153 | 148549 | 585754 | 438799 | 76050 | 177996 | 435154 | 429546 |

[1]) Bezüglich des Mißverhältnisses von Kohlenersparnis zum -verbrauch (vgl. S. 53 u. 54).

Tabelle 15[1]).

Kohlenverbrauch und mögliche Kohlenersparnis bei vollkommener Umstellung der unter „teilweise umstellbar“ eingereihten Betriebe, getrennt nach Einzel- und Gesamtbetrieben, in den rechtsrheinischen Regierungsbezirken.

| Regierungsbezirk | Einzelbetriebe: teilw. umst. Dampfkraftmaschinenleistung (PS.) | Einzelbetriebe: mögliche Kohlenersparnis b. vollk. Umstellung (Tonnen) | Einzelbetriebe: Kohlenverbrauch der teilw. umstellb. Gewerbearten nach der Statistik vom 15. August 1917 — 1914 (Tonnen) | Einzelbetriebe: Kohlenverbrauch … 1917 (Tonnen) | Gesamtbetriebe: teilw. umst. Dampfkraftmaschinenleistung (PS.) | Gesamtbetriebe: mögliche Kohlenersparnis b. vollk. Umstellung (Tonnen) | Gesamtbetriebe: Kohlenverbrauch der teilw. umstellb. Gewerbearten nach der Statistik vom 15. August 1917 — 1914 (Tonnen) | Gesamtbetriebe: Kohlenverbrauch … 1917 (Tonnen) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Oberbayern . . . | 5326 | 16658 | 95750 | 84434 | 2228 | 6491 | 28446 | 50597 |
| Niederbayern . . | 771 | 2379 | 10228 | 9618 | 2621 | 10977 | 41372 | 60498 |
| Oberpfalz . . . . | 28553 | 49463 | 218104 | 147477 | 5579 | 21948 | 142308 | 88852 |
| Oberfranken . . . | 10905 | 30086 | 212620 | 145710 | 11457 | 28617 | 107319 | 89700 |
| Mittelfranken . . | 3634 | 12878 | 47345 | 37312 | 9662 | 25311 | 55075 | 35806 |
| Unterfranken . . | 1584 | 4750 | 29626 | 21067 | 2245 | 6406 | 43329 | 31737 |
| Schwaben . . . . | 5710 | 16797 | 44819 | 45116 | 12963 | 27449 | 51671 | 38785 |
| Zusammen: | 56483 | 133011 | 658492 | 490734 | 46755 | 127199 | 469520 | 395975 |

Tabelle 16.

Kohlenverbrauch der nicht umstellbaren Betriebe, getrennt nach Einzel- und Gesamtbetrieben, in den rechtsrheinischen Regierungsbezirken.

| Regierungsbezirk | Einzelbetriebe: nicht umstellbare Dampfkraftmaschinenleistung (PS.) | Einzelbetriebe: Kohlenverbrauch der nicht umstellbaren Gewerbearten nach der Statistik vom 15. August 1917 — 1914 (Tonnen) | Einzelbetriebe: Kohlenverbrauch … 1917 (Tonnen) | Gesamtbetriebe: nicht umstellbare Dampfkraftmaschinenleistung (PS.) | Gesamtbetriebe: Kohlenverbrauch der nicht umstellbaren Gewerbearten nach der Statistik vom 15. August 1917 — 1914 (Tonnen) | Gesamtbetriebe: Kohlenverbrauch … 1917 (Tonnen) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Oberbayern . | 36073 | 433184 | 453278 | 4884 | 67842 | 57530 |
| Niederbayern | 3988 | 67540 | 49093 | 2302 | 40757 | 30126 |
| Oberpfalz . . | 4267 | 93091 | 56954 | 21399 | 96649[2]) | 89145[2]) |
| Oberfranken . | 6946 | 202037 | 121060 | 3112 | 106780 | 80632 |
| Mittelfranken. | 9162 | 194994 | 161028 | 3245 | 156599 | 55260 |
| Unterfranken | 7627 | 53735 | 52676 | 18385 | 34466[2]) | 32567[2]) |
| Schwaben . . | 5353 | 91836 | 80472 | 4130 | 50246 | 34745 |
| Zusammen: | 73416 | 1136417 | 974561 | 57457 | 553339 | 380005 |

Tabelle 17[1]).

Zusammenstellung für Gesamtbayern rechts des Rheins.

| Umstellungsgrad | Dampfkraftmaschinenleistung (PS.) | Kohlenersparnis (Tonnen) | Kohlenverbrauch der untersuchten Gewerbearten nach der Statistik vom 15. August 1917 — 1914 (Tonnen) | Kohlenverbrauch … 1917 (Tonnen) |
|---|---|---|---|---|
| Umstellbar . . . . . | 137203 | 326545 | 1020908 | 868345 |
| Teilweise umstellbar | 103238 | 260210 | 1128012 | 886709 |
| Nicht umstellbar . . | 130873 | — | 1689756 | 1354566 |
| Zusammen: | 371314 | 586755 | 3838676 | 3109620 |

[1]) Siehe Bemerkung Tabelle 14.

[2]) Kohlenverbrauch der Braunkohlenproduktionsstätten nicht mitenthalten, da in der Statistik nur die Gesamtförderung, aber nicht der Eigenverbrauch angegeben ist.

Die Tabellen 14—17 und die graphische Darstellung Abb. 11 geben die Zusammenstellung der tabellarischen Zahlenergebnisse für den Kohlenverbrauch und die mögliche Einsparung.

Vom Standpunkt der Gesamtenergiewirtschaft aus betrachtet, vermag also der Ausbau der Wasserkräfte die Sorgen des Volkswirtes um die wirtschaftliche Bereitstellung von Energie für das bayerische Gewerbe nicht zu bannen. Die Beschaffung hydroelektrischer Energie kann lediglich eine Linderung der Kohlennot, oder vielleicht besser eine Linderung des Wärmemangels herbeiführen. Denn der Hauptanteil der in den Gewerbebetrieben verbrauchten Kohle, die bei dem heutigen Stand der technischen Entwicklung und bei den derzeitigen wirtschaftlichen Bedingungen für die Produktion durch Wasserkraftenergie

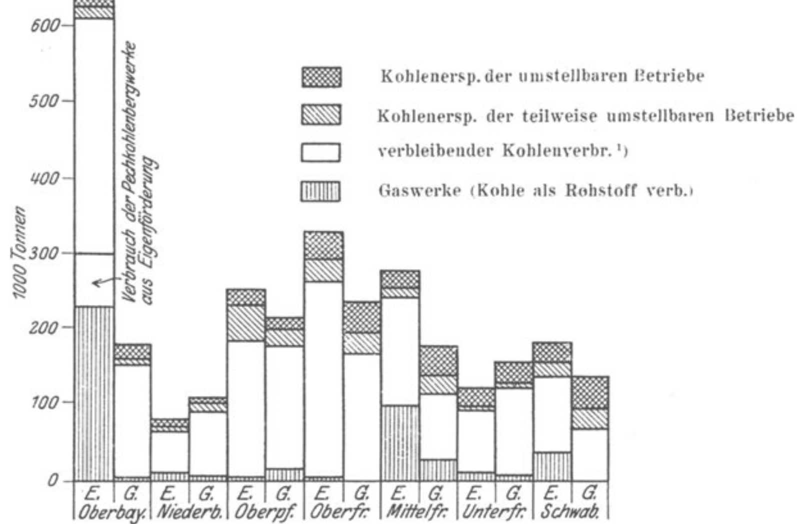



Abb. 11. Bildliche Darstellung des Kohlenverbrauches in den Einzel- und Gesamtbetrieben der rechtsrheinischen Reg.-Bez. im Jahre 1917 und der möglichen Kohlenersparnis bei Umstellung auf Wasserkraftenergie im bayer. Gewerbe (Gruppen III — XX) ohne Elektrizitätswerke.

noch nicht ersetzbar ist, geht auf Konto reiner Wärmeprozesse. Dabei ist der Kohlenverbrauch für einen dieser Wärmeprozesse, nämlich für die Gaswerke, vom übrigen Verbrauch durch besondere Kenntlichmachung in Abb. 11 bereits abgezogen worden, weil der größte Teil dieser Gaswerkskohlen an anderer Stelle wieder erscheint, sei es nun beim gewerblichen Wärmekonsum als Koks, sei es als Licht oder heizendes Gas.

Wenn wir auch die als „teilweise umstellbar" bezeichneten Betriebe als ganz umstellbar betrachten würden, dann beziffert sich die mögliche Kohleneinsparung im rechtsrheinisch bayerischen Gewerbe, welche dem Konto des Wasserkraftausbaues gutzuschreiben ist, auf 586755 Tonnen, also auf rund 600000 Tonnen pro Jahr. Hierzu wäre noch die Kohleneinsparung der auf Wärmekraft fußenden Elektrizitätswerke von Niederbayern, Oberpfalz und Gesamtfranken vom Jahre 1917 mit 144787 Tonnen zuzufügen, wenn dort überhaupt keine Wärmekraftreserven in Tätigkeit zu treten hätten. Deren Notwendigkeit bzw. deren Inbetriebnahme verkleinert die mögliche Gesamteinsparung im Gewerbe wiederum etwas. Diese Tendenz der Zusammenschrumpfung der Einsparungsmöglichkeiten

¹) Ohne Berücksichtigung wärmeökonomischer Maßnahmen.

erfährt eine Verstärkung, wenn alle jene Momente Beachtung finden, derer bei Besprechung der Umstellbarbeit der einzelnen Gewerbegruppen Erwähnung getan wurde. Es sei in diesem Zusammenhang besonders auf die unter „Baumwoll- und Kunstbaumwollspinnerei und -Zwirnerei" geführten Gesamtbetriebe, dann auf die übrigen Gewerbearten der Gruppe IX, welche bereits unter die teilweise umstellbaren Betriebe eingereiht wurden, nicht zuletzt auch auf die gesamte Gewerbegruppe X (Papierindustrie) verwiesen.

Bis jetzt haben wir noch keine Rücksicht auf die Tatsache genommen, daß durch die Umstellung in vielen Betrieben jene Wärmequelle verlorengeht, welche in den Wintermonaten zur Heizung der Betriebsstätten diente, nämlich der Abdampf als Abfallenergie der Dampfkraftmaschinen. Die Bereitstellung der notwendigen Wärmeeinheiten für die Winterheizung mittels hydroelektrischer Energie ist deshalb schwierig, weil dieser Bedarf zeitlich zu einem Gutteil mit der Niederwasserperiode und den winterlichen Wasserklemmen der bayerischen Flüsse zusammenfällt. Der in diesen Zeiten evtl. zur Verfügung stehende Nachtstrom vermag bei einem entsprechenden Strompreise wohl einigen Betrieben zur Heizung dienlich sein. Für das Gros der bislang mit Abdampf geheizten gewerblichen Betriebe muß aber mit einem Wärmeverbrauch in Form von Kohle gerechnet werden, der die obenangeführte Tendenz verstärkt.

Von den rund 5 Millionen Tonnen Brennstoff, welchen das bayerische Gewerbe im Jahre 1919 verbraucht hat, sind deshalb — hochgegriffen — nur etwa 10—15 % durch die Umstellung der hierfür geeigneten gewerblichen Kraftmaschinen auf hydroelektrische Energie einsparbar.

Die Hoffnungen auf die dauernde und wirtschaftliche Bereitstellung der notwendigen Wärmeenergie für die gewerbliche Produktion unter Wahrung des Grundsatzes: mit den Kohlenvorräten hauszuhalten, wenden sich deshalb heute allen Maßnahmen und Bestrebungen der Technik zu, welche diesen Forderungen entsprechen wollen. Auf dem Wege zur Verwertung der reichlich vorhandenen minderwertigen Brennstoffe scheinen wir einen guten Schritt vorwärts gekommen zu sein, wie dem Berichte der Landeskohlenstelle [1]) zu entnehmen ist. Dies gilt insbesondere für Brauereien, die Papierindustrie und für die Gewerbegruppe der Holz- und Schnitzstoffe. Immerhin bleiben große Wärmeverbraucher, die auf Kohle, und zwar sogar auf ganz bestimmte Kohlensorten angewiesen sind. Die reichlich vorhandenen Einsparmöglichkeiten — als zusätzliche Einsparung zu obigen 10—15 % — bei diesen Konsumenten praktisch zu verwirklichen, fällt heute ganz in das Arbeitsgebiet der Wärmeingenieure.

Für den verbleibenden, immerhin noch gewaltigen Kohlenrestbedarf, der also keine Reduzierung mehr verträgt, kommt dann jenes Mittel in Frage, das bei der Erfassung der Wege zur Lösung des bayerischen Kohlenproblems an erster Stelle genannt wurde, nämlich die Schaffung eines billigen und leistungsfähigen Wassertransportweges. Der erhebliche Bedarf, insbesondere an Spezialkohle, den die fränkischen Kreise und die Oberpfalz zeigen, rechtfertigt die Forderung vom energiewirtschaftlichen Standpunkte aus, ihn durch Bayerns nördliche Industriezentren zu führen. Die angespannten oberbayerischen Bedürfnisse nach Kohle [2]) bedingen die Durchführung des Kanals nach dem Süden des Landes.

Die verhältnismäßig geringen Kohleneinsparmöglichkeiten im bayerischen Gewerbe durch Heranziehung hydroelektrischer Energie sind schon länger

[1]) Die Kohlenwirtschaft Bayerns bis Ende 1920 (vgl. a. a. O.).
[2]) Vgl. Abb. 11 (Oberbayern).

erkannt. So hat z. B. o. Professor Marx bereits im Oktober 1920 gelegentlich wärmewirtschaftlicher Vorträge an der Münchener Technischen Hochschule[1]) ausgeführt, daß nach seinen Berechnungen im bayerischen Gewerbe höchstens 1 Million Tonnen Kohle durch Ausnutzung der Wasserkraftenergie eingespart werden könnten. Der Größenordnung nach kommt unser Wert diesem immerhin nahe, wenn der Superlativ „höchstens" mitgewertet wird.

Wie hoch stellt sich nun demgegenüber der Wasserstrombedarf als Auswirkung der durchgeführten Umstellung der Dampfkraftmaschinen?

Die Zusammenstellung der Ergebnisse hierüber zeigen die Tabellen 18—21.

Tabelle 18.

Hydroelektrischer Energiebedarf der umstellbaren Betriebe, getrennt nach Einzel- und Gesamtbetrieben, in den rechtsrheinischen Regierungsbezirken. (Der bereits im Jahre 1917 vorhandene Stromverbrauch ist, soweit er statistisch erfaßbar war, beigefügt.)

| Regierungsbezirk | Einzelbetriebe | | | | Gesamtbetriebe | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Strombedarf der umstellb. Dampfkr.-masch. | Stromverbrauch 1917 | | | Strombedarf der umstellb. Dampfkr. Masch. | Stromverbrauch 1917 | | |
| | | durch Eigenerzeug. | durch Fremdbezug | zusammen | | durch Eigenerzeug. | durch Fremdbezug | zusammen |
| | in 1000 Jahreskilowattstunden | | | | | | | |
| Oberbayern . . . | 9086 | 4503 | 8284 | 12787 | 11458 | 4960 | 5976 | 10936 |
| Niederbayern . . | 4741 | 2445 | 173 | 2618 | 4068 | 1025 | 171 | 1196 |
| Oberpfalz . . . . | 9956 | 1183 | 3240 | 4423 | 5621 | 717 | 422 | 1139 |
| Oberfranken . . | 16296 | 187 | 457 | 644 | 15697 | 1206 | 477 | 1683 |
| Mittelfranken . . | 7097 | 2108 | 6086 | 8194 | 17841 | 9849 | 7094 | 16943 |
| Unterfranken . . | 13603 | 2365 | 920 | 3285 | 17957 | 14108 | 3802 | 17910 |
| Schwaben . . . | 14328 | 8597 | 3491 | 12088 | 22346 | 5327 | 2759 | 8086 |
| Zusammen: | 75107 | 21388 | 22651 | 44039 | 94988 | 37192 | 20701 | 57893 |

Tabelle 19.

Hydroelektrischer Energiebedarf bei vollkommener Umstellung der unter „teilweise umstellbar" eingereihten Betriebe, getrennt nach Einzel- und Gesamtbetrieben, in den rechtsrheinischen Regierungsbezirken.

| Regierungsbezirk | Einzelbetriebe | | | | Gesamtbetriebe | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Strombed. bei vollk. Umstellg. d. Dampfkraftmaschinen | Stromverbrauch 1917 | | | Strombed. bei vollk. Umstellg. d. Dampfkraftmaschinen | Stromverbrauch 1917 | | |
| | | durch Eigenerzeugung | durch Fremdbezug | zusammen | | durch Eigenerzeugung | durch Fremdbezug | zusammen |
| | in 1000 Jahreskilowattstunden | | | | | | | |
| Oberbayern . . | 5911 | 2073 | 10760 | 12833 | 2427 | 5440 | 5859 | 11299 |
| Niederbayern . | 851 | 29 | 194 | 223 | 4315 | 2983 | 11 | 2994 |
| Oberpfalz . . . | 31339 | 8939 | 236 | 9175 | 9764 | 624 | 4997 | 5621 |
| Oberfranken . | 12054 | 603 | 761 | 1364 | 12618 | 5453 | 1340 | 6793 |
| Mittelfranken . | 4009 | 592 | 894 | 1486 | 14010 | 4017 | 9033 | 13050 |
| Unterfranken . | 1747 | 282 | 3188 | 3470 | 2478 | 271 | 8731 | 9002 |
| Schwaben . . . | 7139 | 4986 | 879 | 5865 | 13395 | 9868 | 373 | 10241 |
| Zusammen: | 63050 | 17504 | 16912 | 34416 | 59007 | 28656 | 30344 | 59000 |

[1]) Wirtschaftliche Vorträge für Betriebsleiter von Kraftmaschinen und Dampfkesselanlagen (11.—16. Oktober 1920) an der Technischen Hochschule in München.

Tabelle 20.

Stromverbrauch der nicht umstellbaren Betriebe, getrennt nach Einzel- und Gesamtbetrieben, in den rechtsrheinischen Regierungsbezirken.

| Regierungsbezirk | Stromverbrauch im Jahre 1917 in den | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Einzelbetrieben | | | Gesamtbetrieben | | |
| | durch Eigen-erzeugung | durch Fremd-bezug | zusammen | durch Eigen-erzeugung | durch Fremd-bezug | zusammen |
| | in 1000 Jahreskilowattstunden | | | | | |
| Oberbayern | 15921 | 6179 | 22100 | 1290 | 1235 | 2525 |
| Niederbayern | 130 | 91 | 221 | 1075 | 142 | 1217 |
| Oberpfalz | 223 | 216 | 439 | 10915 | 269 | 11184 |
| Oberfranken | 758 | 600 | 1358 | 859 | 389 | 1248 |
| Mittelfranken | 1374 | 1431 | 2805 | 496 | 348 | 844 |
| Unterfranken | 571 | 557 | 1128 | 4671 | 126 | 4797 |
| Schwaben | 179 | 420 | 599 | 2747 | 1080 | 3827 |
| Zusammen: | 19156 | 9494 | 28650 | 22053 | 3589 | 25642 |

Tabelle 21.

Zusammenstellung für Gesamtbayern rechts des Rheins.

| Umstellungsgrad | bisherige Dampfkraft-maschinen-leistung | bisherige Elektro-motoren-leistung (berichtigte Werte[1]) | Strom-bedarf bei Umstellung für das Stichjahr 1917 | Stromverbrauch 1917 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | durch Eigen-erzeugung | durch Fremd-bezug | insgesamt |
| | PS. | kW. | 1000 Jahreskilowattstunden | | | |
| Umstellbar | 137203 | 196175 | 170095 | 58580 | 43352 | 101932 |
| Teilweise umstellbar | 103238 | 86065 | 122057 | 46160 | 47256 | 93416 |
| Nicht umstellbar | 130873 | 83464 | — | 41209 | 13083 | 54292 |
| Nordbayr. Elektr.-Werk | — | — | 81000 | — | — | — |
| Zusammen: | 371314 | 365704 | 373152 | 145949 | 103691 | 249640 |

Es erweist sich also der Wasserkraftenergiebedarf aus der Umstellung der Dampfkraftmaschinenleistungen im Gewerbe für das Stichjahr 1917 als überraschend klein. Beträgt er doch nur 170 Millionen kWh. pro Jahr für die ganz umstellbaren Betriebe und 122 Millionen kWh. pro Jahr für die teilweise umstellbaren Betriebe, wenn der bisherige Dampfkraftbedarf der letzteren durch hydroelektrische Energie wirtschaftlich und technisch vollkommen Ersatz finden könnte. Dazu kommen noch die 81 Millionen kWh. Jahresarbeit, welche im Jahre 1917 in den nordbayerischen Elektrizitätswerken über den Weg Wärmekraftmaschinen—Dynamo gewonnen wurde. Der Strombedarf für das rechtsrheinische Gewerbe betrüge danach rund 373 Millionen kWh. für das Jahr, bezogen auf die Dampfkraftmaschinenbasis 1917.

Die instruktive Wanderung durch die hauptsächlich in Frage kommenden Gewerbegruppen III mit XX in einem früheren Abschnitt unserer Untersuchung ließ schon da und dort Zweifel aufkommen über die Möglichkeit einer Umstellung

[1]) Vgl. hierzu die früheren Ausführungen über das Zustandekommen der Zahlen (S. 31f.).

auf Wasserstrom, weil in diesen Fällen die technologischen Bedürfnisse energiewirtschaftliche Bedingungen schaffen, welche — beim heutigen Stand der Technik — normalerweise nur durch die Benutzung der Kohle ökonomisch erfüllbar sind. Die Vernachlässigung dieser Faktoren hatte zu dem mehrfach genannten Grenzfall geführt, der zahlenmäßig durch die 373 Millionen kWh. benötigter Jahresarbeit dargestellt ist. Wenn nun auch keine Rede davon sein kann, die Reserven scharf zu erfassen, welche solcherart in diesem theoretischen Maximalbedarf für die Befriedigung der gewerblichen Kraftansprüche enthalten sein mögen, so wollen wir uns doch Rechenschaft darüber ablegen, wie groß diese Reserven an Jahresarbeit immerhin sein können für diejenigen Gewerbegruppen, bei welchen die energiewirtschaftlichen Verhältnisse besonders eindringlich gegen eine vollkommene Umstellung sprechen. Das sind die Gesamtbetriebe der unter umstellbar eingereihten Gewerbearten der Gruppe IX (Spinnstoffindustrie), sowie die Einzel- und Gesamtbetriebe der unter teilweise umstellbar eingereihten Gewerbearten der Gruppen IX und X (Papierindustrie[1]).

Tabelle 22.

| Regierungsbezirk | PS. | 1000 kWh pro Jahr |
|---|---|---|
| Oberfranken . . . | 8738 | 9616 |
| Mittelfranken . . . | 80 | 88 |
| Unterfranken . . . | 455 | 500 |
| Schwaben . . . . | 10894 | 12026 |
| Zusammen: | 20167 | 22230 |

Für die unter umstellbar eingereihten Gesamtbetriebe der Gewerbegruppe IX ergibt obenstehende Zusammenstellung:

Für die unter teilweise umstellbar eingereihten Gewerbebetriebe (Einzel- und Gesamtbetriebe) der Gruppen IX und X ergibt sich folgende Übersicht:

Tabelle 23.

| Regierungsbezirk | | Gewerbegruppe IX | | Gewerbegruppe X | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | PS. | 1000 Jahres-kWh. | PS. | 1000 Jahres-kWh. |
| Oberbayern | (E.B.)[2] . | 185 | 205 | 2388 | 2628 |
| | (G.B.)[3] . | 10 | 11 | 1124 | 1203 |
| Niederbayern | (E.B.) . . | — | — | 162 | 179 |
| | (G.B.) . . | — | — | 2400 | 4070 |
| Oberpfalz | (E.B.) . . | 35 | 39 | 500 | 550 |
| | (G.B.) . . | 260 | 287 | 555 | 610 |
| Oberfranken | (E.B.) . . | 5640 | 6242 | 2095 | 2306 |
| | (G.B.) . . | 6842 | 7535 | 2760 | 3044 |
| Mittelfranken | (E.B.) . . | 220 | 243 | 256 | 282 |
| | (G.B.) . . | 70 | 77 | 1141 | 1262 |
| Unterfranken | (E.B.) . . | — | — | 1080 | 1192 |
| | (G.B.) . . | 230 | 255 | 740 | 817 |
| Schwaben | (E.B.) . . | 3086 | 3405 | 460 | 510 |
| | (G.B.) . . | 11401 | 11400 | 820 | 1177 |
| | Zusammen: | 27979 | 29699 | 16481 | 19830 |

Es handelt sich also für diese vorgenannten Gewerbebetriebe (Tabelle 22 und 23) um 64627 PS. Dampfkraftmaschinenleistung und demgemäß um ein Energiebedürfnis zu deren Ersatz von rund 72 Millionen kWh. Der größte Teil

[1]) Vgl. S. 42ff. [2]) E.B. = Einzelbetriebe. [3]) G.B. = Gesamtbetriebe.

dieser Leistung darf als Reserve betrachtet werden. Man wird sicher nicht weit fehlgehen, wenn man insgesamt mit einer Reserve von annähernd 100 Millionen kWh. Jahresarbeit rechnet, welche in dem Grenzwert von 373 Millionen kWh. stecken mag, wenn alles das Bewertung findet, was bisher bezüglich der Umstellungsverhältnisse erwähnt wurde.

Wie verteilt sich unser ermittelter Bedarf nun auf die einzelnen Landesteile?

Die entsprechenden Bedarfszahlen für die rechtsrheinischen Regierungsbezirke lassen sich aus den Tabellen 18 und 19 ablesen. Noch übersichtlicher zeigen sich die Bedarfsschwerpunkte in Abbildung 12. Dabei wurde der Bedarf von 81 Millionen kWh. als Folge der Umstellung der Wärmekraftmaschinen der

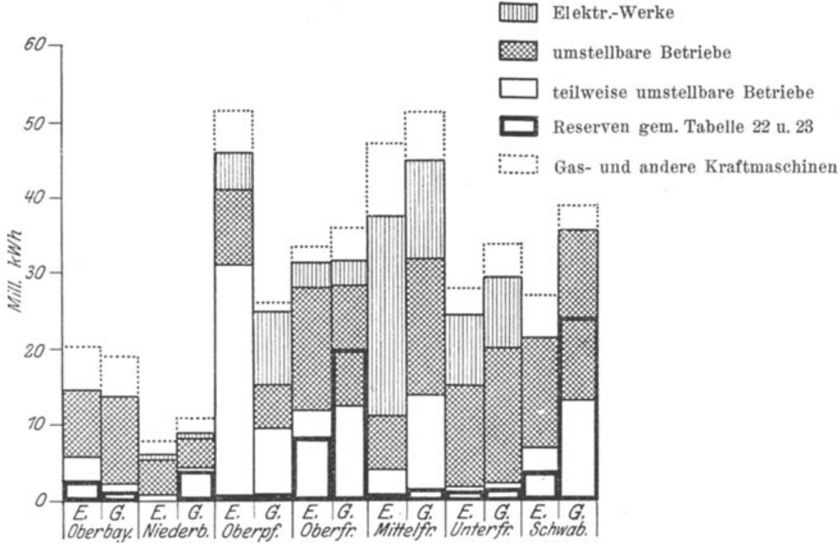



Abb. 12. Darstellung des hydroelektrischen Energiebedarfs bei Umstellung der Wärmekraftmaschinen im Gewerbe und in den nordbayer. Elektrizitätswerken (bezogen auf die Verhältnisse vom Jahre 1917).

Elektrizitätswerke Nordbayerns auf die fünf in Frage kommenden bayerischen Kreise [1]) im Verhältnis des Fremdstrombezuges der untersuchten Betriebe verteilt. Gleichzeitig wurde der Bedarf für evtl. umzustellende Gas- und andere Wärmemaschinen beigefügt. Nach Abzug der Leistung, welche auf die vorgenannten Elektrizitätswerke trifft und in deren geleisteter Jahresarbeit mitberücksichtigt ist, verbleiben für das Jahr 1917: 61979 PS. für obengenannte Kraftmaschinen. Dieser Leistungswert erfuhr noch eine Verminderung um jene Kraftmaschinen dieser Art, welche in Gaswerken installiert sind, d. h. um insgesamt 1772 PS. und außerdem um 6300 PS. der Stahl- und Walzwerke in der Oberpfalz [2]), weil damit Hochofengichtgase wirtschaftlich wertvoller Verwendung zugeführt werden. Der hierdurch bedingte Restbetrag von 53907 PS. an Gas- und „anderen“ Kraftmaschinen würde dann für den Fall seiner Ersetzung durch hydroelektrisch angetriebene Motoren einen Bedarf von etwa 60 Millionen kWh. hervorrufen. Wir wiederholen hier aber die Bedenken gegen eine solche Energiebewirtschaftung und gegen das Rechnen mit diesem Energiebedarf. Immerhin

[1]) Niederbayern, Oberpfalz, Oberfranken, Mittelfranken, Unterfranken.
[2]) BVa 1/59 der Gewerbestatistik 1917.

wurde dieser Bedarf der Vollständigkeit halber ermittelt. Seine Anteile auf die rechtsrheinisch bayerischen Kreise zeigt Abb. 12.

Der hydroelektrische Energiebedarf des Gewerbes — für sich allein betrachtet — zeigt also kein günstiges Bild bezüglich seines territorialen Auftretens, da seine Schwerpunkte nördlich der Donau liegen, wogegen die ausgiebigsten der für diesen Bedarf in Frage kommenden Wasserkräfte in Oberbayern und Schwaben erstellt worden sind oder gebaut werden. Das bedeutet eine unerwünschte Belastung der zu elektrisierenden Betriebe Nordbayerns mit erheblichen Stromtransportverlusten und Stromtransportkosten, deren Wirkung sich addiert. Für die gesamte bayerische Wasserkraftwirtschaft lassen sich aber aus dem Ergebnisse des gewerblichen Wasserstrombedarfes für das Stichjahr 1917 allein noch keine Schlüsse ziehen. Hierzu muß vielmehr neben der gewerblichen Entwicklung der Bedarf für die übrigen Elektrizitätsverbraucher noch herangezogen werden. Letzterer wird in den folgenden Abschnitten zu erfassen versucht. Hier sei noch kurz die Frage der gewerblichen Entwicklung angeschnitten. Denn mit einer möglichen Änderung der Gesamtleistung des gewerblichen Maschinenparks ist in der vorliegenden Untersuchung bis jetzt noch nicht gerechnet worden. Da die Größe des Kraftbedarfes eine Funktion des Produktionsumfanges ist, wird man mit dessen Anwachsen oder Abnehmen auf Zu- oder Abnahme des Energiebedürfnisses zurückschließen dürfen. Dieser Produktionsumfang hängt wiederum innig zusammen mit der Lage auf dem Rohstoffmarkte, mit den Bedingungen für den Absatz im In- und Auslande, mit der Zahl des zur Verfügung stehenden geschulten und ungeschulten Arbeiterpersonals, mit den Verhältnissen am Kapitalmarkte, und nicht zuletzt mit dem Tempo und der Richtung der technischen Weiterentwicklung, sowie der Bevölkerungsvermehrung. Bei den heute so außerordentlich schwankenden Bedingungen für die Produktion als Folge der unstabilen Valuta und der politischen Verhältnisse halten wir den Versuch, ein Zukunftsbild über den bayerischen gewerblichen Energiebedarf als Folge der gewerblichen Weiterentwicklung zu entwerfen, für außerordentlich problematisch.

Gleichwohl wird nachstehend der Versuch unternommen, zu Zahlen über diesen Bedarf zu kommen, um wenigstens eine zahlenmäßige Vorstellung von seiner Größenordnung für verschiedene Möglichkeiten des Entwicklungstempos zu gewinnen.

Den Ausgangspunkt der Betrachtung bilden dabei die Betriebszählungen der Jahre 1895, 1907 und 1917. Die Heranziehung der Zählung des Jahres 1895 geschieht lediglich, um dem Leser die Möglichkeit zu geben, das Anwachsen des einschlägigen Kraftmaschinenparks im Gewerbe in den 22 Jahren von 1895 bis 1917 selbst kritisch zu würdigen. Dagegen werden nur die statistischen Ziffern der Jahre 1907 und 1917 als Grundlage für die zahlenmäßige Ermittlung der Entwicklungsmöglichkeiten benützt. Da — wie schon früher angedeutet — die Zunahme der Jahresarbeit elektrischer Generatoren und elektrischer Motoren wegen ihrer Abhängigkeit von anderen primären Kraftmaschinen in der Leistungszunahme der letzteren zahlenmäßig Ausdruck findet, kommt es nur auf die Zunahme der Wassermotoren, Dampfkraftmaschinen und Verbrennungsmotoren an. Die abweichenden Gruppenbildungen im Gewerbeschema bei den gewerblichen Betriebszählungen der Jahre 1895 und 1907 einerseits, 1917 andererseits erfordert zunächst die Zusammenfassung einiger Gewerbegruppen, um die Vergleichbarkeit nicht zu stören. Außerdem muß bezüglich der Dampfkraftmaschinenleistungen auf die Zählung vom Juni 1907 verzichtet werden, weil sie die Leistungen der Lokomobilen nicht erfaßte; statt dessen wird die Dampfkraft-

maschinenstatistik vom Dezember 1907 herangezogen, welche diesen Mangel nicht zeigt.

Die nachfolgenden Betrachtungen müssen mangels jeglicher Unterlagen darauf verzichten, Verschiebungen unter den Gewerbegruppen hinsichtlich des Entwicklungstempos zu berücksichtigen. Gleichwohl bleiben noch viele Möglichkeiten für die Gestaltung dieses letzteren, selbst wenn man den Maschinenpark der untersuchten Gewerbegruppen bezüglich des Entwicklungstempos als einheitliches Ganzes betrachtet. Von diesen Möglichkeiten sollen nun drei besonders herausgegriffen werden.

Als erster Fall sei jener betrachtet, bei welchem die Zunahme des Kraftmaschinenparks vom Jahre 1917 bis zum Jahre 1927 Null beträgt. Das entspräche also einem Kraftleistungsbedürfnis des Jahres 1927 gleich jenem des Jahres 1917, und da dieses nicht sehr verschieden von jenem des Jahres 1914 war, entspräche dieses Kraftleistungsbedürfnis also auch etwa dem Produktionsumfang des letzten Friedensjahres. Das hydroelektrische gewerbliche Energiebedürfnis für diesen Fall gibt — allerdings weitgehend — die vorstehend durchgeführte Untersuchung. In der Statistik der Kraftmaschinenleistungen würde dieser Fall für die Zeit nach 1917 durch Zunahme der Wassermotorenleistung und der entsprechenden Abnahme der Dampfkraftmaschinen und Verbrennungsmotorenleistungen zahlenmäßigen Ausdruck finden. Die Deckung des Lichtstrom-, landwirtschaftlichen Kraftstrom- und Bahnstrombedürfnisses, wie es weiter unten noch ermittelt wird, bedingte eine weitere entsprechende Zunahme der Wassermotorenleistung.

Praktisch ist dieser eben geschilderte Fall der Entwicklungsmöglichkeit wahrscheinlich durch die Tatsache überholt, daß der Produktionsumfang gegenüber dem Jahre 1914 gewachsen ist, wie aus der starken Zunahme des Stromverbrauches geschlossen werden kann. Die Erfüllung der Ententeforderungen ist theoretisch auch nur bei einer gewaltigen Produktionssteigerung denkbar.

Ein zweiter Fall der Entwicklungsmöglichkeit ergibt sich, wenn die gewerbliche Kraftmaschinenleistung nach einer arithmetischen Progression anwächst, d. h. wenn in jeder Gewerbegruppe die Kraftmaschinenleistung von 1917—1927 um die gleiche Zahl Pferdestärken anwächst, wie von 1907—1917. In Tabelle 24 ist dieser Fall rechnerisch behandelt. Es ergäben sich danach für die Zunahme der Dampfkraftmaschinenleistung von 1917—1927 — bei Vernachlässigung der Leistungsabnahme in einzelnen Gewerbegruppen — für Gesamtbayern 191447 PS., von denen im Mittel 62 % = 118700 PS. auf Bayern rechts des Rheins träfen. Betrachtet man auch die teilweise umstellbaren Betriebe als ganz umstellbar und behält man die in der Untersuchung gefundenen Umstellungsverhältnisse für die Gewerbegruppen hier bei, so wären 82,5 % von 118700 PS. = 85200 PS. umstellbar; d. h. als Ersatz der Jahresarbeit dieser 85200 Dampf-PS. müßten rund 94 Millionen kWh. bereitgestellt werden. (Siehe Tabelle 24 auf Seite 71.)

Aus dem angenommenen Anwachsen der Wassermotorenleistung, welche in ihrem vollen Umfange für das rechtsrheinische Bayern angesetzt wird, um 35459 PS. resultierten bei durchschnittlich $^3/_4$ Belastung der Turbinen und 3000 Betriebsstunden pro Jahr

$$35459 \times 3/4 \times 0{,}736 \times 3000 = 59 \text{ Millionen kWh.}$$

hydroelektrischer Bedarfszuwachs.

In ähnlicher Weise wie für die Dampfkraftmaschinen läßt sich die hydroelektrische Jahresarbeitsleistung ermitteln, welche dem Zuwachs an Leistung bei

Tabelle 24.

| Gewerbegruppen | Wassermotorenleistung in PS. | | | | Dampfkraftmaschinenleistung in PS. | | | | | | | | | Verbrennungs-Kraftmaschinen-Leistung in PS. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | nach der Statistik vom | | | Zu- bzw. Abnahme von 1907—1917 (+ bzw. —) | nach der Statistik vom | | | Zu- bzw. Abnahme von 1907 bis 1917 (+ bzw. —) gleichgesetzt dem angenommenen Zuwachs von 1917—1927 | Von diesem angenomm. Zuwachs treffen auf Bayern rechts des Rheins | | Davon durch elektrische Energie ersetzbar (Umstellbar laut Untersuchung) | | Daraus resultierender Bedarf in 1000 Jahres-kWh. | nach der Statistik vom | | | Zu- bzw. Abnahme von 1907 bis 1917 (+ bzw. —) gleichgesetzt dem angenommenen Zuwachs von 1917—1927 |
| | 14. Juni 1895 | 12. Juni 1907 | 15. Aug. 1917 | | 14. Juni 1895 | 31. Dez. 1907 | 15. Aug. 1917 | | in % | in PS. | in % | in PS. | | 14. Juni 1895 | 12. Juni 1907 | 15. Aug. 1917 | |
| Bergbau | 1585 | 1446 | 1241 | — 205 | 22239 | 44168 | 57692 | + 13524 | 90 | + 12200 | 8,6 | 1050 | 1160 | 4 | 64 | 2293 | + 2229 |
| Steine und Erden | 8281 | 11514 | 7099 | — 4415 | 13249 | 41894 | 35425 | — 6469 | 93 | | 59 | | | 108 | 1606 | 7331 | + 5725 |
| Eisen- und Metallverarbeitung | 4118 | 5143 | 7463 | + 2320 | 5723 | 13401 | 68718 | + 55317 | 75 | + 41500 | 100 | 41500 | 45900 | 706 | 2581 | 15497 | + 12916 |
| Maschinen, Instrumente, Apparate — Elektrische Industrie — Industrie der Holz- und Schnitzstoffe — Wasser-, Gas- und Elektrizitätswerke | 30203 | 66087 | 89611 | +23524 | 22547 | 104006 | 162636 | + 58630 | 72 | + 42300 | 82 | 34600 | 38200 | 1068 | 9408 | 66155 | + 56747 |
| Chemische Industrie | 2632 | 9628 | 10702 | + 1074 | 10605 | 39465 | 78221 | + 38756 | 14 | + 5420 | 36 | 1950 | 2150 | 284 | 1882 | 42906 | + 41024 |
| Spinnstoffindustrie | 15927 | 22329 | 28065 | + 5736 | 41297 | 83746 | 81219 | — 2527 | 91 | | 83 | | | 108 | 220 | 1183 | + 963 |
| Papierindustrie | 18145 | 24563 | 25567 | + 1004 | 5252 | 16819 | 21841 | + 5022 | 75 | + 3760 | 100 | 3760 | 4150 | 67 | 193 | 2369 | + 2176 |
| Lederindustrie | 825 | 661 | 627 | — 34 | 2143 | 3968 | 3330 | — 638 | 57 | | 77 | | | 53 | 176 | 498 | + 322 |
| Industrie der Nahrungs- und Genußmittel | 65994 | 69898 | 71193 | + 1295 | 27313 | 60861 | 66221 | + 5360 | 73 | + 3900 | 18 | 700 | 770 | 1326 | 7629 | 15374 | + 7745 |
| Bekleidungsgewerbe. Reinigungsgewerbe. | 387 | 342 | 275 | — 67 | 1353 | 4023 | 6138 | + 2115 | 62 | + 1310 | 43 | 560 | 620 | 279 | 527 | 670 | + 143 |
| Baugewerbe | 128 | 301 | 699 | + 398 | 2370 | 10779 | 23412 | + 12633 | 65 | + 8220 | 12 | 990 | 1100 | 72 | 782 | 1863 | + 1081 |
| Vervielfältigungsgew. | 156 | 149 | 259 | + 110 | 888 | 2445 | 1244 | — 1201 | 60 | | 100 | | | 890 | 917 | 1423 | + 506 |
| Künstlerisches Gewerbe | — | 49 | 14 | — 35 | — | 35 | 125 | + 90 | 100 | 90 | 100 | 90 | 100 | 9 | 41 | 9 | — 32 |
| | | | | +35459 | | | | +191447 | 62 | +118700 | 82,5 | 85200 | 94150 | | | | +131577 |

den Verbrennungskraftmaschinen bis zum Jahre 1927 entspricht. Von den 131577 PS. angenommenem Zuwachs für Gesamtbayern treffen 67,2 % = 88200 PS. auf Bayern rechts des Rheins. Werden davon — im Einklang mit den bisherigen Untersuchungen und Annahmen — 43 % als umstellbar betrachtet entsprechend einer Leistung von 38200 PS., so sind an deren Stelle 42 Millionen kWh. hydroelektrischer Jahresarbeit als erforderlich bereitzustellen.

Der zweite Fall der gewerblichen Weiterentwicklung führte demnach auf rund 200 Millionen kWh. Bedarf bis zum Jahre 1927 neben dem bisher ermittelten hydroelektrischen Energiebedarf für die Umstellung des Kraftmaschinenparks vom Jahre 1917, sowie für Licht, Landwirtschaft und Bahn.

In der Statistik für die einschlägigen Kraftmaschinenleistungen des rechtsrheinischen Bayerns wirkten sich diese Verhältnisse bis zum Jahre 1927 dahin aus, daß die Dampfkraftmaschinenleistungen eine Zunahme um 33500 PS., die Verbrennungskraftmaschinen eine solche um 50000 PS. zeigten, während die Wassermotorenleistung um vielleicht 300000—350000 PS. anzusteigen hätte. Freilich sind diese Zahlen samt und sonders mit einem Unsicherheitsfaktor belastet, der sich aus der Summe aller jener Überlegungen ergibt, welche im Verlaufe der bisher durchgeführten Untersuchung anzustellen waren. Insbesondere stecken in den Bedarfszahlen in erhöhtem Maße die mehrfach erörterten Reserven, woran auch bei der hier durchgeführten überschlägigen Ermittlung der Bedarfsentwicklung nicht achtlos vorübergegangen werden kann.

Als dritter Fall könnte an eine Entwicklung gedacht werden, bei welcher die gewerblichen Kraftmaschinenleistungen nach einer geometrischen Progression wachsen, d. h. bei welcher in jeder Gewerbegruppe die Kraftmaschinenleistung bis zum Jahre 1927 ebensoviel mal größer geworden ist, als vom Jahre 1907—1917. Sieht man die Tabelle 24 auf diese Annahme hin genauer an, so findet man, daß die außerordentlich rasche Zunahme der Leistungen der Verbrennungskraftmaschinen seit 1907 zu Multiplikatoren führt und damit zu theoretischen Leistungszunahmen für die Periode 1917—1927, welche die übrigen Kraftmaschinenleistungen bis zum Jahre 1927 weit überflügeln würde. Wird das, was bereits früher über die Betriebsstoffe der „Verbrennungskraftmaschinen" gesagt wurde[1]), beachtet, so hat man eine Erklärung für das rasche Wachstum. Die Tatsache der rapiden Zunahme der „Gas- und anderen Kraftmaschinen" in einer Zeit, da die Überlandzentralen bereits alle Anstrengungen machten, andere Kraftmaschinen durch Überlandstrom in Verbindung mit dem Elektromotor zu verdrängen, spricht ebenfalls für die betriebstechnische und betriebswirtschaftliche Hochwertigkeit der Verbrennungsmotoren und gegen deren Umstellung. Auf der anderen Seite halten wir es aber für zu weitgehend, obige Entwicklungsannahme zahlenmäßig zu verfolgen, weil sie gerade für die Verbrennungskraftmaschinenleistungen zu einem Zerrbild führen würde. Man geht wohl nicht fehl in der Annahme, daß auf das rapide Anwachsen vorstehender Leistungen in den Jahren 1907—1917 eine Atempause als Folge einer gewissen Sättigung eintreten wird. Denn die natürlichen Produktionsbedingungen des rechtsrheinischen Bayerns sind leider nicht angetan, eine länger anhaltende rasche Entwicklung von Industrie und Gewerbe zu nähren.

Die außerordentlich ungeklärten politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse, die bereits Erwähnung fanden, lassen es ratsam erscheinen, in der weiteren

[1]) Vgl. S. 23.

Folge keinen zahlenmäßigen Gebrauch von dem ermittelten hydroelektrischen Energiebedarf für die gewerbliche Weiterentwicklung zu machen. In der Schlußbetrachtung ist ihr insofern Rechnung getragen, als die Energiedarbietung der im Zuge der Rhein — Main — Donaustraße bislang in Angriff genommenen Kraftwerke (Kachlet, Viereth, Mainmühle in Würzburg) ebenfalls unberücksichtigt blieb, obiger „Entwicklungs"bedarf also dieser Darbietung von rund 265 Millionen kWh. praktisch gleichgesetzt wurde.

# C. Über den hydroelektrischen Energiebedarf für sonstige Zwecke.

## 1. Lichtstrombedarf.

Zur Befriedigung des Bedürfnisses der Menschen nach Licht stellt die Technik für die Speisung künstlicher Lichtquellen heute hauptsächlich drei Energieformen bereit: Flüssige Brennstoffe, Gas und Elektrizität. Wie aus Abbildung 11[1]) zu ersehen ist, kommen für einen wesentlichen Leuchtgaskonsum nur die Städte München, Nürnberg und Augsburg in Frage. Die Wertung der Gaswerke als Wärmeenergiequelle geschah bereits in anderem Zusammenhang. Die bisherigen Betrachtungen, welche die verhältnismäßig geringe Entlastungsmöglichkeit für den Kohlenbedarf mittels der Wasserkräfte deutlich zeigten, weisen bezüglich der Gaswerke auf die energiewirtschaftliche Forderung hin, nicht nur den Gaskoks, sondern auch das erzeugte Gas selbst lediglich Wärmezwecken zuzuführen, das Gas als Lichtquelle deshalb durch Hydroelektrizität zu ersetzen. Die absolute Kohlennot, die sich in den letzten Jahren häufig in Gassperrmaßnahmen auswirkte, war diesen erwünschten Bestrebungen sehr förderlich, besonders da, wo das dringende Bedürfnis nach Licht wirtschaftliche Erwägungen des Konsumenten über die Vertauschung der Energiequellen erstickte. Bei normaler Kohlenzufuhr wird mit solchen Erwägungen wieder zu rechnen sein, und zwar um so mehr, je billiger das Leuchtgas abgegeben werden kann als Folge sinkender Kohlenpreise oder als Auswirkung technischer Vervollkommnung des Vergasungsprozesses. Schalten wir aber diese Möglichkeiten aus dem Bereich unserer Betrachtung aus, dann bleiben immerhin noch Schwierigkeiten bestehen für die kurzfristige praktische Verwirklichung der Forderung, das Leuchtgas durch Hydroelektrizität zu ersetzen. Unter anderem ist hier auf die erheblichen Kosten hinzuweisen, welche die Durchführung der Stromleitungsinstallationen zu den Wohnungen und in denselben unter heutigen Verhältnissen verursacht, dann auf die starke Überlastung der städtischen Lichtleitungsnetze, welche für eine derartige Steigerung der Lichtanschlüsse nicht bemessen sind. Es würde demnach selbst bei günstigen Lichtstrompreisen der Umstellungsprozeß ein sehr allmählicher sein. Für unsere Untersuchung hat es also keine praktische Bedeutung, den aus einer solchen Umstellung erwachsenden Jahresbedarf an Hydroelektrizität gesondert zu ermitteln. Dagegen mußte der energiewirtschaftlichen Forderung nach Ersetzung des Leuchtgases durch Hydroelektrizität immerhin Ausdruck verliehen werden.

Zur Ersetzung der flüssigen Leuchtstoffe liegt zweifelsohne bei der Mehrheit der an ein Elektrizitätsnetz noch nicht angeschlossenen Haushaltungen ein Be-

[1]) Siehe S. 63.

dürfnis vor, wenn ihnen die neue Lichtquelle — beim heutigen Stand der Technik kommt für die Gesamtversorgung nur Elektrizität in Frage — zu wirtschaftlichen Bedingungen zugeführt werden kann, welche ihrer wirtschaftlichen Kraft angepaßt sind. Die Aufstellung dieser Bedingung ist notwendig; denn die Berücksichtigung der Tatsache, daß in den Städten die kaufkräftigeren Schichten ihr Bedürfnis nach elektrischer Beleuchtung in der Hauptsache bereits gedeckt haben, weist darauf hin, daß es sich bei den weder mit elektrischem Licht noch mit Gas versorgten Haushaltungen in den Städten im großen und ganzen um Bevölkerungskreise handelt, welche die heute kostspieligen Installationen nur unter Opfern auf sich nehmen können. Für den Fall der Durchführung des Anschlusses an das Stromnetz aber wird ihr Bedarf an hydroelektrischer Energie verhältnismäßig klein bleiben.

Ähnlich liegen die Verhältnisse für das platte Land. Das Lichtbedürfnis der Landbevölkerung ist im großen und ganzen relativ geringer als dasjenige des Städters, und zwar hinsichtlich der Kerzenstärken und im Hinblick auf den zeitlichen Gebrauch als Folge der Lebensgewohnheiten. Einen wesentlichen Faktor bei der Verwirklichung der Lichtanschlüsse auf dem Lande bilden die teuren Stromzuleitungen zu den Anwesen bei dem in Bayern so häufig anzutreffenden Einzelhofsystem. Eine eingehende Untersuchung nach dieser Richtung im Zusammenhang mit der Feststellung des landwirtschaftlichen Kraftstrombedarfs schien deshalb naheliegend. Die nachfolgenden Betrachtungen zeigen aber, daß für die Zwecke dieser Studie von einer solchen umfangreichen und mühevollen Untersuchung Abstand genommen werden konnte.

Zunächst soll der mögliche Lichtbedarf, der aus der Elektrizitätsversorgung bisher nicht angeschlossener Haushaltungen demnächst erwachsen kann, in Beziehung gebracht werden zu dem notwendigen Umfang der auszubauenden Wasserkräfte. Nachdem das rechtsrheinisch-bayerische Gewerbe einer theoretischen Umstellung unterstellt wurde, aus welcher ein bestimmter hydroelektrischer Energiebedarf und damit ein bestimmter Umfang an aufzuschließenden Wasserkräften resultiert, fragt es sich, ob der obige Lichtbedarf ebenfalls durch diese, dem gewerblichen Bedarf angepaßten Wasserkräfte Deckung findet, oder ob er einen zusätzlichen Ausbau an Wasserkräften bedingt. Dies wird abhängen einmal vom zeitlichen Auftreten der verschiedenen Energiebedürfnisse und außerdem von der Größe des Bedarfes an Energie.

Der Kraftbedarf der umstellbaren Betriebe tritt im wesentlichen am Tage auf, und zwar von etwa 6 Uhr morgens bis 6 Uhr abends (vgl. schematische Darstellung Abb. 13).

Der Lichtkonsum konzentriert sich dagegen beim Gros der oben charakterisierten Verbraucher auf die Morgen- und Abendstunden im Winter, auf die Abendstunden im Sommer, wobei naturgemäß die Winterabendspitzen erheblich breiter und höher sein werden als die Sommerlichtspitzen (vgl. schematische Darstellung Abb. 14).

Man erkennt, daß im großen und ganzen der Lichtkonsum dann einsetzt, wenn der Kraftbedarf wesentlich nachläßt. Nur im Winter werden sich in den Morgen- und Abendstunden Überlagerungen der Tageskonsumkurven für Licht und Kraft ergeben, welche über den Kraftbedarf hinausgehende Spitzen verursachen. Die Größe dieser Spitzen hängt von dem noch zu ermittelnden Lichtbedarf ab. Ihre Deckung übernehmen zweckmäßig Akkumulatorenbatterien, Spitzenkraftwerke, evtl. Winterwärmekraftreserven. Zur Bestimmung des notwendigen Umfanges der auszubauenden Wasserkräfte hätte deshalb nur jener Lichtstrombedarf Bedeutung, der in die Zeit von etwa 6 Uhr morgens bis gegen

6 Uhr abends fallen würde, da sich ein solcher Bedarf restlos zu jenem für Kraft addierte. Ist nun ein erheblicher, noch ungedeckter Lichtbedarf für diese Tageszeiten demnächst zu erwarten? Die Überlegung, daß für die Deckung der öffentlichen, gewerblichen und geselligen Lichtbedürfnisse bisher schon in ausgiebigem Maße elektrischer Strom Verwendung fand, spricht gegen eine solche Möglichkeit. Es wird also die Deckung des bisher unbefriedigten Lichtbedürfnisses keine ins Gewicht fallende Erschließung von Wasserkräften bedingen, die über jene, für die Umstellung der gewerblichen Kraftmaschinen erforderliche Erschließung hinausgeht. Der Bedarf an Wasserkräften wird deshalb durch den gewerblichen hydroelektrischen Energiekonsum im großen und ganzen festgelegt, wozu noch der Einfluß des Bahnstrombedarfes und des landwirtschaftlichen Kraftstrombedarfes kommt.

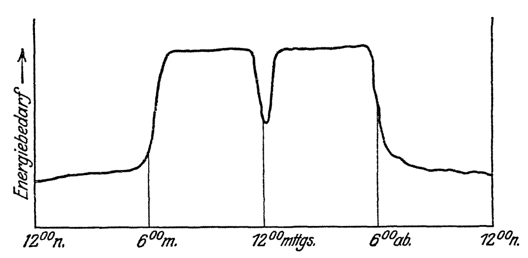


Abb. 13. Schematische Darstellung des gewerblichen Stromkonsums während eines Arbeitstages.

Dagegen stellt der Lichtstrombedarf eine erwünschte Verbesserung der Belastungsverhältnisse der Wasserkraftanlagen dar. Wie notwendig dies ist, erhellt aus den früheren Ausführungen über die Abhängigkeit der Energieselbstkosten von einem möglichst restlosen Absatz der erzeugbaren Strommengen.

Die Größe des gesamten Lichtstrombedarfes für das rechtsrheinische Bayern im Jahre 1950 wird in der mehrfach erwähnten Denkschrift des Staatsministeriums des Innern über „Die Wasserkraftwirtschaft in Bayern" zu 300 Millionen kWh. gesetzt unter der Voraussetzung für die Kraft- und Lichtstromkonsumentwicklung, „daß eine Gesundung der inneren Verhältnisse und eine Besserung der Absatzmöglichkeit unserer gewerblichen und industriellen Produktion eine Weiterentwicklung zuläßt"; daß ferner „die Bevölkerungsentwicklung im Zeitraum 1910—1950 im Hinblick auf die durch den Krieg und seine Folgen geschaffene Lage nicht stärker ist als die Entwicklung im Zeitraum 1880—1910, und daß dabei die ländliche Bevölkerung wieder etwas zunimmt".

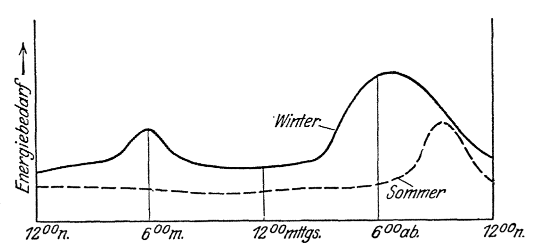


Abb. 14. Schematische Darstellung des Lichtkonsums während eines Winter- und Sommerarbeitstages.

Die Bevölkerungszunahme im rechtsrheinischen Bayern betrug von 1880 bis 1910 rund 1,34 Millionen Menschen, wobei sich diese Zunahme lediglich in den Städten abspielte. Demgemäß nimmt die obige Denkschrift als Zuwachs von 1910—1950 rund 1,32 Millionen Einwohner an, die wiederum fast ausnahmslos auf die städtische Bevölkerung bezogen ist. Das Verhältnis vom Lichtkonsum zum Kraftkonsum ist mit etwa 1: 5,7 angenommen (Lichtkonsum 0,3 Milliarden kWh., Kraftkonsum 1,7 Milliarden kWh. im Jahre 1950). Da pro Kopf der städtischen Bevölkerung mit einer Stromverbrauchssättigung von 350 kWh., bezogen auf die allgemeine Elektrizitätsversorgung (Licht und Kraft), gerechnet wurde, treffen hiervon $\frac{350}{1+5,7}$ = rund 52 kWh. pro Jahr auf den Lichtkonsum pro Kopf

der städtischen Bevölkerung [1]). Für die vorausgesetzte Zunahme der Bevölkerung von 1910—1950 ergibt das 52×1320000 = 68500000 kWh. = rund 70 Millionen kWh Lichtbedarfszunahme in 40 Jahren, pro Jahr also den verhältnismäßig geringen Betrag von etwa 1,7 Millionen kWh.

Damit ist der Lichtbedarf umrissen, der sich aus der Bevölkerungszunahme ergeben wird. Seine Größe ist für die nächsten Jahre im Vergleich zum gewerblichen Bedarf belanglos. Es bleibt aber noch die Frage offen, welchen Lichtstrombedarf die Versorgung der heute noch nicht an ein Elektrizitätsnetz angeschlossenen Haushaltungen evtl. auslösen könnte. Zu ihrer Beantwortung sollen die Ergebnisse der Erhebung über den Stand der Elektrizitätsversorgung in Bayern, welche im März 1921 für den 1. Januar 1921 als Stichtag auf Anordnung des Staatsministeriums des Innern vom Statistischen Landesamt durchgeführt wurde, benutzt werden [3]).

Tabelle 25 [2]).

| Regierungsbezirk | Ortschaften (ohne unmittelbare Städte) mit Anschluß | | Haushaltungen mit Anschlußmöglichkeit an ein Ortsnetz | |
|---|---|---|---|---|
| | absolut | in % | absolut | in % [5]) |
| Oberbayern . . . | 5090 | 39,5 | 132549 | 76,1 |
| Niederbayern . . | 2230 | 19,1 | 60447 | 47,4 |
| Oberpfalz . . . | 1179 | 22,2 | 52679 | 53,1 |
| Oberfranken . . | 1153 | 31,7 | 72211 | 62,5 |
| Mittelfranken . . | 1102 | 37,5 | 65068 | 67,1 |
| Unterfranken . . | 719 | 39,8 | 63876 | 53,6 |
| Schwaben . . . | 2763 | 64,4 | 102767 | 84,6 |

Diese Erhebung erfaßte unter anderem die an eine Elektrizitätsversorgungsanlage angeschlossenen Ortschaften, Haushaltungen, ferner die Unternehmungen (z. B. Fabriken, Lagerhäuser), öffentlichen Gebäude (z. B. Amtsgebäude, Schulen, Kirchen) u. dgl., die nicht unter den Begriff Haushaltungen gezählt werden können. Dabei wurden die Anschlüsse getrennt aufgenommen nach unmittelbaren Städten und Bezirksämtern.

Tabelle 25 gibt zunächst eine Zahlenübersicht über die an ein Elektrizitätsnetz angeschlossenen Ortschaften in den Bezirksämtern [4]) und über die Haushaltungen daselbst mit Anschlußmöglichkeit an ein Ortsnetz infolge des Anschlusses ihrer Ortschaft an eine Elektrizitätsversorgungsanlage.

Zunächst fällt der geringe Hundertsatz der an ein Versorgungsnetz angeschlossenen Ortschaften auf. Um auch die nicht angeschlossenen Ortschaften mit zu erfassen, wurde die Zusammenstellung der Erhebungsergebnisse, wie sie in Tabelle 26 dargestellt sind, herangezogen. Diese zeigt für die Zahl der Lichtanschlüsse den überwiegenden Einfluß der Haushaltungen, bringt aber andererseits den hohen Prozentsatz nicht angeschlossener Haushaltungen zum Ausdruck. Die Gründe dafür fanden bereits Erwähnung.

Die Tabelle 26 gestattet nun, alle noch nicht mit Elektrizität versorgten Haushaltungen im rechtsrheinischen Bayern zahlenmäßig zu erfassen, wobei die Unterscheidung zwischen unmittelbaren Städten und Bezirksämtern die Berücksichtigung des verschieden starken Lichtbedürfnisses in Stadt und Land einigermaßen ermöglicht. Zur Feststellung des erforderlichen Stromes für Beleuchtungs-

[1]) Das sind bei Zugrundelegung von 4 Personen pro städtischen Haushalt als Durchschnittswert 208 kWh. pro Jahr und städtischen Haushalt. Dieser Wert enthält natürlich auch die Anteile der öffentlichen Beleuchtung usw.

[2]) Vgl. Bayrische Staatszeitung vom 22. September 1921 (Nr. 221).

[3]) Die zur Zeit der Bearbeitung dieses Abschnittes nur auszugsweise in den Tagesblättern veröffentlichten Ergebnisse wurden in dem benutzten Umfange vom Statistischen Landesamte unmittelbar zur Verfügung gestellt.

[4]) Also ohne unmittelbare Städte.

[5]) aller Haushaltungen in den Bezirksämtern.

Tabelle 26.

| Regierungsbezirk | An eine Elektrizitätsanlage sind angeschlossen: Wohngebäude insgesamt | Wohngebäude % | Haushaltungen insgesamt | Haushaltungen % | davon beziehen elektrischen Strom: nur für Beleuchtung | nur für Kraft | für Beleuchtung und Kraft | Sonstige elektrische Anschlüsse, die nicht unter den Begriff „Haushaltung" fallen: insgesamt | davon nur für Beleuchtung | nur für Kraft | für Licht und Kraft |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Unmittelbare Städte: | | | | | | |
| Oberbayern . | 18734 | 73,1 | 102992 | 54,9 | 95214 | 13 | 7765 | 4990 | 4366 | 5 | 619 |
| Niederbayern | 3540 | 63,1 | 8418 | 44,8 | 7640 | 63 | 715 | 413 | 166 | 30 | 217 |
| Oberpfalz. . | 4497 | 62,7 | 12401 | 45,9 | 11544 | 20 | 837 | 855 | 481 | 101 | 273 |
| Oberfranken | 8095 | 55,3 | 19138 | 38,3 | 16961 | 272 | 1905 | 592 | 243 | 61 | 288 |
| Mittelfranken | 16400 | 51,4 | 34848 | 26,3 | 28457 | 767 | 5624 | 2806 | 199 | 2237 | 370 |
| Unterfranken | 5012 | 49,2 | 10435 | 26,0 | 9138 | 116 | 1181 | 866 | 414 | 115 | 337 |
| Schwaben . | 13537 | 75,0 | 35923 | 57,0 | 32037 | 64 | 3822 | 631 | 395 | 19 | 217 |
| | | | | | Bezirksämter: | | | | | | |
| Oberbayern . | 77634 | 60,1 | 109522 | 62,7 | 79857 | 790 | 28875 | 1137 | 654 | 84 | 399 |
| Niederbayern | 31004 | 30,3 | 42707 | 33,0 | 35009 | 230 | 7468 | 316 | 173 | 30 | 113 |
| Oberpfalz . | 27009 | 35,3 | 38856 | 39,2 | 31727 | 608 | 6521 | 294 | 192 | 28 | 74 |
| Oberfranken | 41373 | 48,4 | 59466 | 51,3 | 49789 | 551 | 9126 | 691 | 266 | 65 | 360 |
| Mittelfranken | 41521 | 52,0 | 52481 | 54,1 | 34490 | 399 | 17592 | 470 | 191 | 111 | 168 |
| Unterfranken | 45950 | 45,7 | 53499 | 44,8 | 46852 | 183 | 6464 | 471 | 356 | 38 | 77 |
| Schwaben . | 73681 | 70,7 | 87144 | 71,8 | 55600 | 862 | 30682 | 676 | 405 | 38 | 233 |

zwecke für die noch nicht versorgten Haushaltungen bedarf es nun der grundlegenden Annahme über den wahrscheinlichen durchschnittlichen Einheitsbedarf pro Haushaltung.

Hätte man es lediglich mit Haushaltungen zu tun, die in noch nicht angeschlossenen Ortschaften liegen, so böten die Untersuchungen Fritz Hoppes[1]) immerhin einigen Anhalt dafür. In diesen Untersuchungen wurden aus der Statistik der Vereinigung der deutschen Elektrizitätswerke Mittelwerte für Anschlußziffern pro 1000 Einwohner, eingeteilt nach der Größe der Ortschaften, ermittelt und zusammengestellt. Im vorliegenden Falle handelt es sich aber für einen großen Teil der in Frage kommenden Haushaltungen um solche, die bisher von der lange bestehenden Anschlußmöglichkeit an ein Ortsnetz keinen Gebrauch machten. Es wurde deshalb der durchschnittliche Bedarf wie folgt veranschlagt:

Pro Haushalt werden 2 Lampen als gleichzeitig brennend vorausgesetzt. Die eine davon soll mit 50 Watt, die andere mit 25 Watt Leistung angenommen werden. Rechnet man im Dezember mit 2 Stunden Brenndauer am Morgen und 5 Stunden Brenndauer am Abend, im Juli mit 2 Stunden Brenndauer am Abend, setzt dann die mittlere Brenndauer für das Jahr als das arithmetische Mittel dieser Winter- und Sommerbrennzeit an, so ergibt sich

$$\frac{2+7}{2} \times 365 \times 75 = 122\,000 \text{ Wattstunden pro Jahr}$$

[1]) Vgl. Fritz Hoppe: Was lehren die Statistiken der Elektrizitätswerke für das Projektieren und die Betriebsführung von elektrischen Zentralen. Darmstadt, Leipzig 1903.

für diese beiden Lampen. Daneben werden noch 5 Lampen zu 25 Watt für jeden Haushalt im Durchschnitt angenommen mit einer Brenndauer von je 100 Stunden im Jahre. Sie erfordern eine elektrische Jahresarbeit von

$$5 \times 25 \times 100 = 12500 \text{ Wattstunden.}$$

Die vorstehenden Annahmen führen also zu einem durchschnittlichen Lichtstrombedarf von 134500 Wattstunden oder rund 135,0 kWh. pro Jahr für den städtischen Haushalt. Der Lichtanschlußwert eines Haushaltes betrüge bei obigen Annahmen im Durchschnitt 0,200 kWh. und die Benutzungsdauer, bezogen auf den Anschlußwert.

$$\frac{134,5}{0,200} = 670 \text{ Stunden im Jahr.}$$

Um die Zulässigkeit dieser Annahmen einigermaßen überprüfen zu können, wurde von einer größeren Zahl bayerischer Elektrizitätswerke die Angabe des Lichtanschlußwertes in kW. und des Jahreslichtstromverbrauches in kWh. für die Jahre 1910, 1914, 1917 und 1920 erbeten.

Tabelle 27.

| Werk | Jahresstromverbrauch in kWh. pro angeschlossenes Licht-kW. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1910 | 1914 | 1917 | 1920 |
| München . . . | — | 287 | 284 | 407 |
| Straubing . . . | 416 | 380 | 372 | 620 |
| Fürth i. B. . . . | — | 264 | 151 | 122 |
| Nürnberg . . . . | — | 354 | 300 | 335 |
| Bamberg . . . . | 61 | 300 | 255 | 426 |
| Aschaffenburg . | 250 | 255 | 238 | 317 |

Die Auswertung der geringen Zahl eingelaufener brauchbarer Antworten zeitigte nebenstehendes Ergebnis.

Im Vergleich zu diesen Benutzungsstunden mußte die gewählte Annahme als zu hoch gegriffen betrachtet werden bezüglich der Benutzungsstunden, oder als zu klein bezüglich des Anschlußwertes. Es schien deshalb angezeigt, ihre Größenordnung auch noch auf einem anderen Wege zu überprüfen. Hierfür wurde auf die Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke zurückgegriffen. Die Tafeln III dieser Statistik geben für jedes Elektrizitätswerk die Zahl der Hausanschlüsse, die Anzahl der Abnehmer, die Zahl der bei den Abnehmern angeschlossenen Zähler und die Anzahl der nach Pauschsätzen zahlenden Abnehmer an. Die Tafeln V registrieren die nutzbar abgegebene elektrische Arbeit der einzelnen Elektrizitätswerke, ausgeschieden nach Normaltarifen und Sondertarifen. Die ersteren sind unterteilt in Lichttarif, Krafttarif, sowie Licht und Kraft nach gleichem Tarif. Es war nun naheliegend, bei allen jenen Elektrizitätswerken, welche keine oder wenig Pauschgebührenverträge für abgegebene elektrische Arbeit bisher abgeschlossen haben, ihren Strom also fast nur nach normalem Licht- und normalem Krafttarif abgeben, den Lichtstromverbrauch mit der Anzahl der Abnehmer zu vergleichen.

Setzt man nun die Zahl der Abnehmer ungefähr gleich der Zahl der versorgten Haushaltungen — die Tabelle 26 lehrt schon, daß der evtl. Fehler dabei nicht sonderlich groß sein kann, weil die Zahl der Kraftabnehmer klein ist gegenüber der Zahl der Lichtabnehmer und weil ein großer Teil der Kraftabnehmer zugleich Licht für seinen Haushalt bezieht —, so ergibt der Quotient

$$\frac{\text{Jahreslichtstromverbrauch in kWh.}}{\text{Anzahl der Abnehmer}}$$

der Größenordnung nach den Jahreslichtstromverbrauch in kWh. pro Haushalt an.

Von dieser Untersuchung mußten natürlich jene Werke ausgeschaltet werden, deren Angaben keinen einigermaßen zuverlässigen Schluß auf die Zahl der Lichtstromabnehmer für private Zwecke zuließen, also insbesondere die Überlandwerke mit ihrer großen Zahl Pauschabnehmer. Die Untersuchung wurde erstreckt auf die Betriebsjahre 1914/15, 15/16, 16/17, 17/18 und 19/20. Die nebenstehende Übersicht zeigt das Ergebnis.

Den höchsten Verbrauch zeigen die Bade- und Kurorte Bad Kissingen und Berchtesgaden mit 330 und 365 kWh., den kleinsten die Ortschaften Dinkelsbühl und Staffelstein mit 72 bzw. 73 kWh. In der Hauptsache ergibt sich eine Schwankung zwischen 100 und 200 kWh. Unsere Annahme eines durchschnittlichen Lichtstromverbrauches von rund 135 kWh. dürfte also der Größenordnung nach angemessen sein. Dies um so mehr, wenn die Tatsache berücksichtigt wird, daß die bisher noch nicht angeschlossenen städtischen Haushaltungen zu einem Gutteil den kleinbürgerlichen und Arbeiterkreisen angehören. Der im Jahre 1910 ermittelte durchschnittliche Stromverbrauch eines städtischen Haushaltes mit 155,4 kWh.[1]) bezieht sich auf alle Lichtkonsumenten, also auch auf die großen Haushaltungen mit ihrem hohen Lichtstromverbrauch, deren Lichtbedürfnis

Tabelle 28.

| Werk | Jahresstromverbrauch in kWh. pro Abnehmer (Haushalt) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1914/15 | 1915/16 | 1916/17 | 1917/18 | 1919/20 |
| Regensburg . . | — | 112 | 98 | 94 | 137 |
| Schweinfurt . . | — | 154 | 153 | — | — |
| Straubing . . . | — | 194 | 172 | — | 142 |
| Würzburg . . . | — | 184 | — | — | 180 |
| Günzburg . . . | — | — | — | — | 80 |
| Neuburg a. D. . . | — | — | — | — | 118 |
| Kempten . . . . | 151 | — | — | — | 104 |
| Landshut . . . | 194 | 240 | 261 | 176 | 80 |
| Aschaffenburg . . | — | 155 | 160 | 154 | 182 |
| Rosenheim . . . | (154) | — | — | — | 124 |
| Bayreuth . . . | — | — | — | — | 110 |
| Dinkelsbühl . . | — | — | — | — | 72 |
| Fürth i. B. . . . | 194 | 163 | 195 | 130 | 138 |
| Ingolstadt . . . | 96 | 188 | 193 | — | 196 |
| Gauting . . . . | — | — | — | — | 112 |
| Sonthofen . . . | — | — | — | — | 97 |
| Staffelstein . . . | — | — | — | — | 73 |
| Starnberg . . . | — | — | — | — | 126 |
| Bad Kissingen . | — | 272 | 315 | 275 | 330 |
| Berchtesgaden . | — | — | — | — | 365 |
| Garmisch . . . | — | — | — | — | 168 |
| Partenkirchen . | — | — | — | — | 152 |

Tabelle 29.

| | Betriebe mit . . . ha landwirtschaftlicher Fläche | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2–5 ha | 5–20 ha | 20–50 ha | 50–100 ha | 100 ha u. mehr |
| Durchschnittlicher Stromverbrauch in kWh. auf 1 Betrieb | 53,4 | 89,4 | 105,3 | 243,7 | 528,9 |
| | kleinbäuerlicher Betrieb | mittelbäuerlicher Betrieb | großbäuerlicher Betrieb | | Großbetrieb |

[1]) Vgl. Die Verwertung der Elektrizität in Bayern unter besonderer Berücksichtigung von München und Umgebung (a. a. O.), Sonderabdruck, S. 20.

heute bereits durch den vollzogenen Anschluß an das Lichtnetz in der Hauptsache Befriedigung gefunden hat. Letzten Endes ist übrigens der angesetzte Lichtstromverbrauch im wesentlichen ja doch nur eine Abhängige von der künftigen Tarifgestaltung für diesen Lichtstrom.

Tabelle 30.

| Größenklasse | Zahl der Betriebe | Durchschnittlich. Lichtstrom-verbrauch auf 1 Betrieb in Jahres-kWh. | Gesamtbedarf in Jahres-kWh. |
|---|---|---|---|
| 2 bis unter 5 ha . . | 162431 | 53,4 | 8700000 |
| 5 bis unter 20 ha . | 224640 | 89,4 | 20000000 |
| 20 bis unter 50 ha . | 38092 | 105,3 | 4000000 |
| 50 bis unter 100 ha | 2571 | 243,7 | 624000 |
| 100 ha und mehr . | 535 | 528,9 | 282000 |
| | 428269 | 78,5 | 33606000 |

Bei den Bezirksämtern wird sich der Einfluß der rein bäuerlichen Verbraucher auf den Lichtstromkonsum geltend machen. Die Erhebung über die Elektrizitätsverwertung in Bayern vom Jahre 1910 gibt für den bäuerlichen Elektrizitätsverbrauch für reine Beleuchtungszwecke wertvolle Fingerzeige, indem der durchschnittliche Stromverbrauch in kWh. für Betriebe von verschiedener Größenordnung — untersucht wurden insgesamt 122 Betriebe — zahlenmäßig erfaßt wurde, wie vorstehende Übersicht zeigt. (Tabelle 29.)

Tabelle 31.

| Regierungsbezirk | Zahl der Haushaltungen ohne elektrischen Anschluß | Jahresbedarf pro Haushalt in kWh. | Gesamt-jahresbedarf in 1000 kWh. |
|---|---|---|---|
| | Unmittelbare Städte: | | |
| Oberbayern . | 85000 | 134,5 | 11400 |
| Niederbayern . | 10400 | 134,5 | 1390 |
| Oberpfalz . . | 14700 | 134,5 | 1970 |
| Oberfranken . | 30700 | 134,5 | 4110 |
| Mittelfranken . | 97200 | 134,5 | 13040 |
| Unterfranken . | 29700 | 134,5 | 3970 |
| Schwaben . . | 27700 | 134,5 | 3700 |
| | 295400 | | 39580 |
| | Bezirksämter: | | |
| Oberbayern . | 65100 | 100 | 6510 |
| Niederbayern . | 86500 | 100 | 8650 |
| Oberpfalz . . | 60000 | 100 | 6000 |
| Oberfranken . | 56500 | 100 | 5650 |
| Mittelfranken . | 44400 | 100 | 4440 |
| Unterfranken . | 66000 | 100 | 6600 |
| Schwaben . . | 34400 | 100 | 3440 |
| Zusammen: | 412900 | | 41290 |

Um daraus den Stromverbrauch für den Landesdurchschnitt der landwirtschaftlichen Betriebe zu ermitteln, wurde für jede Betriebsgröße die Gesamtzahl der Betriebe gemäß der Betriebszählung vom 12. Juni 1907[1]) in Ansatz gebracht und daraus der Gesamtlichtstrombedarf für jede Größenklasse unter Benutzung der in vorstehender Übersicht angegebenen Einheitswerte ermittelt. (Tabelle 30.)

Der Quotient Gesamtstrombedarf aller Betriebe durch Gesamtzahl aller

[1]) Vgl. Die Landwirtschaft in Bayern, Heft 81 der Beiträge zur Statistik Bayerns, S. 17. München 1910.

Betriebe lieferte dann den Einheitswert des Lichtstrombedarfes für den Landesdurchschnitt aller bäuerlichen Betriebe. (Tabelle 30.)

Diese Art der Ermittlung des mittleren Bedarfesmußte naturgemäß zu einem anderen Ergebnis führen als jene in der Erhebung vom Jahre 1910, weil dort dem Verhältnis der Zahl der Betriebe in den einzelnen Größenklassen zueinander für Gesamtbayern nicht Rechnung getragen wurde. Daraus erklärt sich also der Unterschied von 133,4 — 78,5 = 54,9 kWh. pro Jahr und Betrieb zwischen unserem Mittelwert und jenem in der Veröffentlichung des Statistischen Landesamtes.

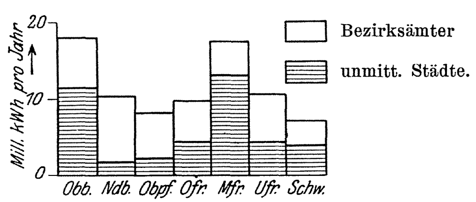


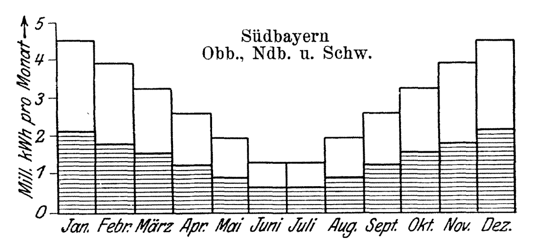

Abb. 15. Voraussichtlicher jährlicher Lichtbedarf für die noch nicht versorgten Haushaltungen in den Reg.-Bez.

Für die Bezirksämter war nach den vorstehenden Ermittlungen ein durchschnittlicher Lichtstrombedarf pro Haushalt in Ansatz zu bringen, der zwischen dem städtischen Verbrauch und dem rein bäuerlichen Konsum liegen mußte. Seine Wahl mit 100 kWh. geschah schätzungsweise.

Nunmehr waren die Grundlagen bereitgestellt für die Feststellung der notwendigen hydroelektrischen Energiemengen, welche die Einbeziehung der bisher noch nicht mit elektrischer Beleuchtung ausgestatteten rechtsrheinisch bayerischen Haushalte in die Lichtstromversorgung bedingen würde.

Das Zahlenergebnis zeigt Tabelle 31.

Bei dem vorausgesetzten Konsum an elektrischer Energie für Beleuchtung je Haushalt und Jahr in den unmittelbaren Städten und Bezirksämtern ergäbe sich demnach ein Gesamtbedarf von rund 80 Millionen kWh. pro Jahr [1]).



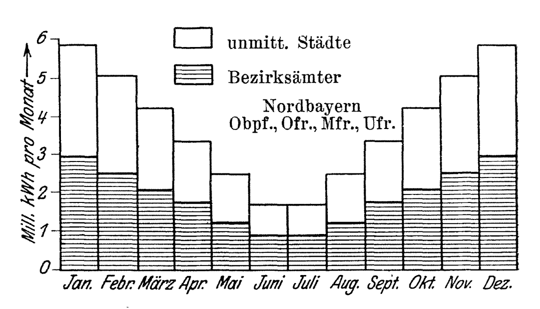




Abb. 16 und 17. Schematische Verteilung dieses Lichtbedarfes auf die einzelnen Monate des Jahres.

Das Ergebnis betont bezüglich der unmittelbaren Städte die Tatsache der großen Zahl nicht versorgter Haushaltungen in den Großstädten München und Nürnberg-Fürth. Nach den früheren Ausführungen genügt es hier lediglich noch einmal darauf hinzuweisen, daß dieser, der Größenordnung nach ermittelte Bedarf erst nach einer langen Reihe von Jahren erreicht sein wird.

Die Skizzierung der Verhältnisse des platten Landes führen zu dem gleichen Schlusse für den Lichtenergiebedarf in den Bezirksämtern. Die nächsten Jahre werden demnach nur einen Bruchteil dieses Bedarfes bedingen. Und dieser Anteil wiederum ist klein im Verhältnis zum ermittelten gewerb-

[1]) Oben in Abb. 15 ist dieser Bedarf graphisch dargestellt.

lichen hydroelektrischen Energiebedarf, so daß die zu Beginn dieses Abschnittes vorweggenommenen Folgerungen hinsichtlich des Umfanges der auszubauenden Wasserkräfte eine Bestätigung erfahren.

Das zeitliche Auftreten des Lichtbedarfes in den einzelnen Monaten des Jahres wird durch die schematisierten Kurven der Abb. 16 und 17 charakterisiert. Ein Vergleich mit den Kurven in Abb. 1 Seite 49 lehrt, daß in bezug auf die Energiedarbietung der Flüsse die Verhältnisse in Südbayern (Inn!) wesentlich ungünstiger liegen als in Nordbayern (Main!) bei normaler Wasserführung.

## 2. Landwirtschaftlicher Kraftstrombedarf.

Nachdem der landwirtschaftliche Lichtstrombedarf im vorigen Abschnitt festgelegt wurde, erfordert nur noch die Frage, welcher hydroelektrische Energiebedarf für die bäuerliche Produktion günstigst zu erwarten steht, eine Beantwortung. Die mehrfach angezogene behördliche Denkschrift[1]) bringt den gesamten landwirtschaftlichen Bedarf mit 125 Millionen kWh. Jahresarbeit in Ansatz unter der Annahme einer Verbrauchssättigung pro Kopf und Jahr von 50 kWh. oder — bei durchschnittlich 4 Personen je Betrieb — von 200 kWh. pro landwirtschaftlichen Betrieb. Wird von letzterem Wert der früher ermittelte Lichtkonsum mit 78,5 kWh. in Abzug gebracht, dann verbleibt ein Energiebedarf für Kraftzwecke von 121,5 kWh. je Betrieb und Jahr. Im Verhältnis zur demnächstigen Gesamtenergiedarbietung aus den Wasserkräften müßte dieser landwirtschaftliche Kraftbedarf als sehr gering bezeichnet werden. Allerdings besagt die Denkschrift nichts über die Anteile, aus denen sich der Einheitskonsum von 50 kWh. pro Kopf und Jahr der bäuerlichen Bevölkerung zusammensetzt. Solche hier selbst zu gewinnen, dazu dienen die nächsten Betrachtungen.

Es soll dabei der landwirtschaftliche Kraftstrombedarf wie bei den Untersuchungen über den Lichtstrombedarf seiner Größe und seinem zeitlichen Auftreten nach gewertet werden. Die Größe des Energiebedarfes hängt ab einmal von den Möglichkeiten, welche für den elektrischen Kraftbetrieb in landwirtschaftlichen Betrieben vorliegen, und zum anderen vom Umfang der Produktion der einzelnen Betriebe. Dabei wird letzterer nicht allein rein technisch die Kraftstrombedarfsgröße bedingen; er zwingt vielmehr zu wirtschaftlichen Erwägungen, welche nunmehr die Größe und die Art des Energiebezuges bestimmend beeinflussen. In Zeiten besonders günstiger Bedingungen auf dem Absatzmarkte mag sich diese Tatsache da und dort verwischen. Sie wird sich dann aber wieder um so schärfer auswirken, wenn die Produktions- und Marktpreisverhältnisse eine weniger günstige Gestaltung erfahren. Dieser Hinweis war notwendig, da die folgenden, gemäß dem beabsichtigten Zweck nur summarischen Ermittlungen mit dem wirtschaftlichen Einfluß des Produktionsumfanges auf den Energiekonsum nicht rechnen, wodurch das Resultat über die tatsächlichen Bedürfnisse hinausgeht.

Für die Verwendung kalorischer oder elektrischer Energie zum Antrieb landwirtschaftlicher Maschinen kommen zwei Gruppen in Betracht: Erstens solche, welche größere Mengen Energie verzehren, und zweitens solche, deren Jahresenergiebedarf gering ist. Zur ersten Gruppe zählen wir heute den Pflug, die Dreschmaschine, die Futterschneidemaschine[2]). Alle übrigen Maschinen, wie

[1]) Vgl. Die Wasserkraftwirtschaft in Bayern (a. a. O.), S. 43.

[2]) Zur Beurteilung der Aussichten für die allgemeine Einführung der elektrischen Futtertrocknung usw. fehlen heute noch geeignete Grundlagen (vgl. auch die Bestrebungen zur Einführung der Grünfuttersilage).

Brechmaschinen und Brechmühlen, Sägen, Jauchepumpen, Schrot- und Quetschmaschinen, Schleifsteine, Zentrifugen, Putzmühlen u. dgl., zählen zur Gruppe 2.

Der Dampfpflug, wie auch der elektrische Pflug eignet sich nur für großbetrieblichen Ackerbau und setzt dabei große, zusammenhängende Flächen voraus. Seine hauptsächliche Verwendung für Tiefpflügen bedingt außerdem das Vorhandensein einer geeigneten Ackerkrume. Bei Berücksichtigung der Größe des Grundbesitzes, welche in der bayerischen Landwirtschaft vorherrschend ist, und der natürlichen Bedingungen für die landwirtschaftliche Produktion in Bayern ist deshalb die Verwendungsmöglichkeit des maschinell betriebenen Pfluges eine begrenzte.

Das erklärt auch die Tatsache, daß die gewerbliche Betriebszählung vom Jahre 1907 [1]) nur für 32 Betriebe eine Benutzung des Dampfpfluges feststellte. Wesentlich günstiger liegen dagegen die Verhältnisse für Dresch- und Futterschneidemaschinen, sowie für jene Maschinen, die der Gruppe 2 angehören. Unter allen diesen Maschinen hatte nach den Erhebungen des Jahres 1907 die Dreschmaschine die weiteste Verbreitung. Interessant ist dabei die Beobachtung, daß vom Jahre 1895—1907 die Zahl jener Betriebe, welche Dampfdreschmaschinen benutzten, von 55234 auf 118896 angewachsen ist, wogegen für die Verwendung der anderen Dreschmaschinenarten im gleichen Zeitraum nur 29025 neue Betriebe dazukamen, so daß 1907 157778 Betriebe letztere Maschinenart gebrauchten. Die Dampfdreschmaschine zeigt demnach eine wesentlich größere Zunahme als die anderen Dreschmaschinenarten. Weiterhin ist die Feststellung von Wichtigkeit, daß von den Betrieben, für welche die Benutzung einer Dampfdreschmaschine nachgewiesen wurde, nur 2628 Betriebe eigene Dampfdreschmaschinen besaßen. Diese Zahl zeigt die große Bedeutung der genossenschaftlichen Maschinenverwendung, sowie der Lohndrescherei. (In Bayern waren im Jahre 1896 431 und 1907 802 Dreschmaschinenvereine einschließlich der eingetragenen Genossenschaften.) Freilich liegt seit dieser Erhebung eine Entwicklungsepoche von 16 Jahren hinter uns, in der insbesondere auch die Benutzung elektrischer Energie in der Landwirtschaft an Bedeutung gewonnen hat. Man wird deshalb den Ergebnissen der nächsten Betriebszählung mit größtem Interesse gerade bezüglich der Energieverwertung in der Landwirtschaft entgegensehen dürfen. Vielleicht liefert sie Anhaltspunkte dafür, von welcher Betriebsgrößenklasse an der elektrische Drusch mit eigener Kraft- und Arbeitsmaschinenanlage als wirtschaftlich angesehen werden kann. Dies ist deshalb von Belang, weil in Bayern der vorherrschende Betrieb der mittelbäuerliche Betrieb mit 5—20 ha Besitz ist und weil sich seit 1895 eine entschiedene Zunahme der mittelbäuerlichen Betriebe, dagegen eine entschiedene Abnahme der großbäuerlichen Betriebe und Großbetriebe vollzog (vgl. Tabelle 32, S. 84). Auf die Bestimmung der Wirtschaftlichkeitsgrenze dürften neben der Betriebsgröße auch noch die Bonität des Bodens, die Kulturart, die Wirtschaftsweise, sowie die Energiekosten bestimmenden Einfluß haben. Es will nicht Aufgabe dieser Studie sein, diese interessanten Faktoren für den Umfang der Kraftmaschinenverwendung in der Landwirtschaft zu untersuchen und zahlenmäßig zu erfassen. Der Hinweis auf sie verfolgt lediglich den Zweck, die Grundlagen für die kritische Würdigung der nachfolgend erstellten Strombedarfsermittlung zu skizzieren. Der überwiegende Einfluß des Getreidedrusches auf den möglichen bäuerlichen hydroelektrischen Energiekonsum ließ es angezeigt erscheinen, obige Faktoren im Zusammenhang mit der Besprechung der Dreschmaschinen zu erwähnen.

---

[1]) Vgl. Die Landwirtsch. i. Bayern. Heft 81 d. Beiträge z. Statistik Bayerns (a. a. O.).

Tabelle 32.

| Größenklasse | Zahl der Betriebe | | | Landwirtsch. benutzte Fläche (ha) | | | Gesamtfläche (ha) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1907 | 1895 | 1882 | 1907 | 1895 | 1882 | 1907 | 1895 | 1882 |
| Parzellenbetriebe unter 2 ha | 169 156 | 173 811 | 197 340 | 122 411 | 133 883 | 149 820 | 230 603 | 234 979 | 210 716 |
| Kleinbäuerliche Betriebe 2 bis unter 5 ha . . . . . . . . | 137 989 | 140 046 | 140 577 | 468 809 | 471 552 | 469 703 | 613 059 | 623 790 | 601 610 |
| Mittelbäuerliche Betriebe 5 bis unter 20 ha . . . . . . . | 207 748 | 200 220 | 191 884 | 2 063 327 | 2 002 868 | 1 930 367 | 2 751 912 | 2 674 150 | 2 540 401 |
| Großbäuerliche Betriebe 20 bis unter 100 ha . . . . . . | 39 732 | 43 169 | 44 040 | 1 193 215 | 1 319 363 | 1 357 561 | 1 667 266 | 1 845 230 | 1 847 496 |
| Großbetriebe 100 ha und darüber . . . . . . . . . | 505 | 584 | 556 | 88 594 | 103 125 | 90 350 | 176 926 | 187 217 | 156 685 |

Von den übrigen Maschinen, welche sich für maschinellen Antrieb eignen, erfaßte besagte Betriebszählung vom Jahre 1907 noch Milchzentrifugen mit 28 632 Stück und Schrotmühlen mit 7685 Stück. Futterschneidemaschinen wurden seinerzeit nicht erfragt.

Diese landwirtschaftliche Maschinenstatistik kann in dieser Form natürlich keine geeignete Grundlage für die Ermittlung des Kraftstrombedarfes bilden. Dies um so weniger, als wir nicht den tatsächlichen, sondern den — nach dem heutigen Stand der Technik — größtmöglichen Energiebedarf, der für landwirtschaftliche Kraftzwecke eintreten könnte, ermitteln wollen. Es soll deshalb auf die verhältnismäßig konstantesten Größen des landwirtschaftlichen Betriebes zurückgegriffen werden, das sind die Anbauflächen. Für die Kraftmaschinenverwendung kommen dabei im wesentlichen nur die Getreideflächen und die Ausmaße der Wiesen und Futterpflanzenäcker in Betracht. Tabelle 33 gibt für die 5 Größenklassen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| I. | unter 2 ha | = | Parzellenbetrieb, |
| II. | 2 ha bis 5 ha | = | kleinbäuerlicher Betrieb, |
| III. | 5 ha bis unter 20 ha | = | mittelbäuerlicher Betrieb, |
| IV. | 20 ha bis unter 100 ha | = | großbäuerlicher Betrieb, |
| V. | 100 ha und mehr | = | Großbetrieb, |

und für die 7 rechtsrheinischen Regierungsbezirke die landwirtschaftlich benutzten Gesamtflächen, die Getreideflächen und die Wiesen in Hektar an, außerdem noch die Gesamtfläche der Futterpflanzenäcker insgesamt für die Regierungsbezirke.

Die Beiziehung der Wiesen und Futterpflanzenäcker ist deshalb von Belang, weil von ihrem Ausmaße der Kraftstrombedarf für Futterschneidemaschinen abhängt. Die Ermittlung des Bedarfes geschieht nun in der Weise, daß für das Ausdreschen eines Zentners Korn rund 0,5 kWh. in Ansatz gebracht werden [1]). Der Ertrag eines mit Getreide bebauten Hektars betrug im Durchschnitt der Jahre 1882—1895: 25,1—27,8 Zentner für Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, im Durchschnitt der Jahre 1896—1907: 30—32 Zentner. Unter Berücksichtigung der intensiveren Düngemittelbenutzung im letzten Jahrzehnt soll mit durchschnittlich 40 Zentner Ertrag pro Hektar Ackerland gerechnet werden. Die verschiedenen Bonitäten der Äcker in den Regierungsbezirken, die Wirtschaftsweise usw. bleiben außer Betracht. Bei dieser Annahme erfordert das Ausdreschen jedes mit Getreide bewachsenen Hektars einen Stromverbrauch von etwa

$$40 \times 0{,}5 = 20\,\text{kWh}.$$

[1]) Vgl. Elektrotechn. Zeitschr. 1902, Heft 35.

Der elektrische Energieverbrauch für Häckselschneiden, Pumpen, Schroten usw. wird mit etwa 15—35 % in der Literatur angegeben [1]). Da das Verhältnis der Getreideflächen zu den Wiesen und Futteräckern in Bayern ein anderes ist als in jenen Gebieten, für welche obige Angaben ermittelt wurden, geschah die Festlegung des Stromverbrauchs für Futterschneiden usw. mit Hilfe der Zahlenergebnisse der mehrfach benutzten bayerischen Elektrizitätsstatistik vom Jahre 1910, indem die Stromverbrauchsziffern für Betriebe mit nur einer Futterschneidemaschine, sowie für Betriebe mit einer Futterschneide- und einer Dreschmaschine [2]) in Beziehung gebracht wurden zu den Getreideflächen und Wiesen samt Futterpflanzenäckern Oberbayerns, weil diese Verbrauchsziffern aus oberbayerischen Betrieben stammen. Danach ergibt sich der Stromverbrauch für Häckselschneiden usw. zu etwa 9,0 kWh. im Jahre pro Hektar Wiesen und Futterpflanzenäcker (= 45 %). Um diese Verbrauchsannahmen mit den statistisch ermittelten Zahlen, welche für die verschiedenen Größenklassen den durchschnittlichen jährlichen Stromverbrauch pro 1 Hektar landwirtschaftlich benutzter Fläche angeben, vergleichbar zu machen, wurde der jährliche Gesamtstrombedarf für die einzelnen Betriebsgrößen in Oberbayern mittels obiger Annahmen ermittelt und durch die zugehörige landwirtschaftlich benutzte Fläche dividiert. Die Rechnung ist in nachstehender Übersicht (Tabelle 34) durchgeführt.

Für die ausgiebigen Posten des Strombedarfes, das sind die mittelbäuerlichen (5—20 ha) und großbäuerlichen Betriebe (20—100 ha), führten die gewählten Annahmen zu denselben bzw. zu einem höheren Jahresstrombedarf pro Hektar landwirtschaftlich benutzter Fläche, so daß sie als geeignete Grundlage für die immerhin rohe Bedarfsermittlung betrachtet werden dürfen.

Das Zahlenergebnis für die Feststellung des voraussichtlichen hydroelektrischen Energiebedarfs der Landwirtschaft für Kraftzwecke gibt Tabelle 35 und Abb. 18.

Tabelle 33. (Flächen in ha.)

| Größenklasse | Oberbayern: Landw. ben. Ges.-Fläch. ($F$) | Oberbayern: Getreideflächen ($F'$) | Oberbayern: Wiesen ($F''$) | Niederbayern: Landw. ben. Ges.-Fläch. | Niederbayern: Getreideflächen | Niederbayern: Wiesen | Oberpfalz: Landw. ben. Ges.-Fläch. | Oberpfalz: Getreideflächen | Oberpfalz: Wiesen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 15779 | 2999 | 8982 | 18413 | 5557 | 7719 | 13168 | 4821 | 3888 |
| II | 67287 | 21390 | 33246 | 73150 | 30334 | 25891 | 57842 | 26515 | 15710 |
| III | 399778 | 147514 | 176702 | 309438 | 140379 | 97762 | 248733 | 117317 | 67696 |
| IV | 389049 | 154448 | 151921 | 269764 | 130911 | 72750 | 161558 | 78326 | 40006 |
| V | 32334 | 9150 | 14442 | 9453 | 4067 | 2544 | 13628 | 5552 | 3482 |
| Futterpflanzen: | | | 66191 | — | — | 54971 | — | — | 29435 |
| Sa. | 940227 | 335501 | 151484 | 680218 | 311248 | 261637 | 494929 | 232531 | 160217 |

| Größenklasse | Oberfranken: Landw. ben. Ges.-Fläch. | Oberfranken: Getreideflächen | Oberfranken: Wiesen | Mittelfranken: Landw. ben. Ges.-Fläch. | Mittelfranken: Getreideflächen | Mittelfranken: Wiesen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 17757 | 6377 | 4423 | 16089 | 4981 | 4225 |
| II | 55042 | 24109 | 15054 | 59550 | 25125 | 15482 |
| III | 244784 | 110067 | 69004 | 244765 | 112995 | 58891 |
| IV | 65225 | 28055 | 20227 | 106084 | 51199 | 22559 |
| V | 2952 | 1267 | 751 | 4135 | 1712 | 883 |
| Futterpflanzen | — | — | 30458 | — | — | 31777 |
| Sa. | 385760 | 169875 | 139917 | 430623 | 196012 | 133817 |

| Größenklasse | Unterfranken: Landw. ben. Ges.-Fläch. | Unterfranken: Getreideflächen | Unterfranken: Wiesen | Schwaben: Landw. ben. Ges.-Fläch. | Schwaben: Getreideflächen | Schwaben: Wiesen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 30268 | 10369 | 4929 | 10937 | 2102 | 5815 |
| II | 86570 | 36032 | 14904 | 69368 | 21543 | 33103 |
| III | 265324 | 124165 | 41759 | 350505 | 113077 | 162718 |
| IV | 50124 | 23925 | 7459 | 151411 | 51818 | 64970 |
| V | 15391 | 6644 | 2673 | 10701 | 2441 | 3676 |
| Futterpflanzen | — | — | 69016 | — | — | 36502 |
| Sa. | 447677 | 201135 | 140740 | 592922 | 190981 | 306783 |

[1]) Vgl. Elektrotechn. Zeitschr. 1902, Heft 35. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., Bd. 53, Nr. 13, S. 505.

[2]) Vgl. Die Verwertung der Elektrizität in Bayern (a. a. O.), Sonderabdruck, S. 19.

Tabelle 34.

| Größenklasse | Landwirtschaftlich benutzte Fläche $F$ in ha (siehe Tabelle 33) | Stromverbrauch zum Dreschen in 1000 Jahres-kWh. ($J = F' \times 20$) [$F'$ siehe Tabelle 33] | Stromverbrauch zum Futterschneiden usw. in 1000 Jahres-kWh. ($J' = F'' \times 9{,}0$) [$F''$ = Wiesen + Futterpflanzen] | $J + J'$ in Jahres-kWh. | Jahresstromverbr. pro Hektar landwirtschaftlich benutzter Fläche in Jahres-kWh. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | nach Rechnung $\frac{J + J'}{F}$ | nach statistischer Erhebg. v. Jahre 1910 (Oberbayern) |
| unter 2 ha | 15779 | 59 | 86 | 145000 | 9,25 | — |
| 2 bis „ 5 „ | 67287 | 425 | 336 | 761000 | 11,30 | 16,8 |
| 5 „ „ 20 „ | 399778 | 2940 | 1850 | 4790000 | **12,00** | **12,2** |
| 20 „ „ 50 „ | 389049 | 3070 | 1640 | 4710000 | **12,10** | **10,3** |
| 50 „ „ 100 „ | | | | | | **9,4** |
| 100 ha und mehr . | 32334 | 182 | 162 | 344000 | 10,6 | 12,8 |
| Zusammen: | 904227 | | | 10750000 | **11,9** | **11,0** |

Tabelle 35.

| Regierungsbezirk | Jahresstrombedarf in kWh. zum | |
|---|---|---|
| | Dreschen | Futterschneiden usw. |
| Oberbayern . | 6700000 | 4050000 |
| Niederbayern | 6210000 | 2350000 |
| Oberpfalz . . | 4640000 | 1440000 |
| Oberfranken . | 3390000 | 1250000 |
| Mittelfranken . | 3910000 | 1200000 |
| Unterfranken | 4020000 | 1260000 |
| Schwaben . . | 3810000 | 2750000 |
| Zusammen: | 32680000 | 14300000 |
| | 46980000 | |

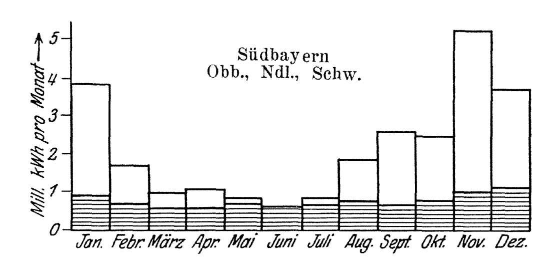
Dreschen

Futterschneiden usw.

Mill. kWh pro Jahr

Obb. Ndb. Obpf. Ofr. Mfr. Ufr. Schw.

Abb. 18. Vorauss. jährl. landwirtsch. Kraftstrombedarf für Dreschen, Futterschn. usw. in den Reg.-Bez.



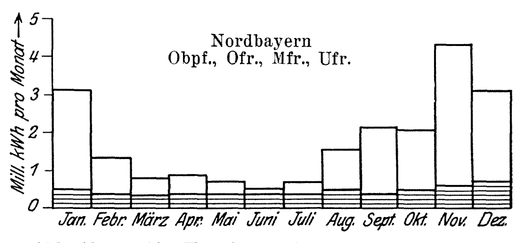




Abb. 19 und 20. Verteilung dieses Bedarfes auf die einzelnen Monate des Jahres.

Man ersieht, daß die Bedarfsschwerpunkte in Südbayern liegen. Der Unterschied unserer Gesamtsumme mit jener der statistischen Erhebungen vom Jahre 1910 (rund 47 Millionen kWh. gegen rund 60 Millionen kWh.) rührt wohl daher, daß seinerzeit der Bedarf nach Maßgabe der Zahl der Betriebe ermittelt wurde, während ihn diese Studie auf die Flächenausdehnung der einschlägigen Kulturen bezog. Tatsächlich hätte man für die hier gewählten Annahmen (11,9 kWh. pro Hektar landwirtschaftliche Fläche gegen 11,0 kWh. der damaligen Erhebung und Einbeziehung der Parzellenbetriebe [unter 2 ha]) auf einen etwas höheren

Bedarf schließen müssen, als ihn die Rechnung endgültig ergab. Das Endergebnis weist auch darauf hin, daß der in der weiter oben angeführten behördlichen Denkschrift angesetzte landwirtschaftliche Kraftstrombedarf von rund 75 Millionen kWh. (und etwa 50 Millionen kWh. für Licht) als reichlich anzusehen ist. Jedenfalls wird die Landwirtschaft auch in den nächstfolgenden Jahren kein unmittelbarer Energieabnehmer sein, dem vom Standpunkt der Energiewirtschaft aus besonders große Bedeutung zukommt. Die Verhältnisse verschieben sich aber bedeutend, wenn die Landwirtschaft im Hinblick auf ihren Stickstoffbedarf als mittelbarer Energieverbraucher betrachtet wird (vgl. S. 91ff.).

Das zeitliche Schwanken des Energiebedarfes der Landwirtschaft innerhalb eines Jahres[1]) charakterisieren nachstehende Graphika (Abb. 19 und 20), und zwar getrennt für Oberbayern, Niederbayern und Schwaben einerseits, für die Oberpfalz und Gesamtfranken andererseits.

Ähnlich wie beim Lichtstromverbrauch erreicht auch hier die Kurve ihren Höhepunkt im Winter, ihr Minimum im Sommer, zeigt also die entgegengesetzte Tendenz wie die Energiedarbietung der südbayerischen Flüsse. Für normale Wasserführung der nordbayerischen Flüsse ergibt sich dagegen im Dezember und Januar eine Anschwellung, welche einigermaßen geeignet erscheint, diese landwirtschaftliche Bedarfsspitze für die Dreschperiode zu decken.

Da die vorstehende Untersuchung den ganzen technischen Apparat der Landwirtschaft, für welchen in Bayern maschinelle Kraftverwendung in Frage kommt, auf der Basis der Wasserkraftenergie stehend gedacht hat, damit also das bisher segensreiche Wirken der Dampfdreschmaschine für die Zukunft — zunächst natürlich nur theoretisch — ausschaltet, resultiert aus diesem Gebaren auch eine Kohleneinsparung. Ihre Größe zahlenmäßig zu erfassen, dazu fehlen die Grundlagen, weil die gewerbliche Betriebszählung vom August 1917 die Landwirtschaft nicht erfaßte. Die Ermittlung aber auf die Zahlen des Jahres 1910[2]) aufzubauen, erscheint bedenklich. Wenn trotzdem mit ihnen hier eine überschlägige Ermittlung versucht wird, so ist das Ergebnis mit Vorsicht zu werten.

Die Statistik über „die Dampfkraft in Bayern" gibt für die wirkliche durchschnittliche Leistung der Lokomobilen in der Land- und Forstwirtschaft des rechtsrheinischen Bayerns 21527 PS. an. Für die Annahme ihrer lediglichen Verwendung zu Dreschzwecken in den früher genannten 157778 Betrieben kommt man zu folgendem Kohlenverbrauch:

Die Getreidefläche eines Betriebes beträgt im Durchschnitt 3,4 ha. Für die 157778 Betriebe mit Dampfdreschmaschinenbenutzung ergibt das rund 535000 ha = rund 21,4 Millionen Zentner Korn.

Den Leistungsbedarf für das Dreschen eines Zentners Korn mit 1 PSh. angesetzt (früher 0,5 kWh. bei Benutzung elektrischer Energie), führt zu 21,4 Millionen PSh. Arbeitsleistung, wozu rund 25000 Tonnen Kohle erforderlich sein mögen. (Bei täglich achtstündiger Arbeit wären obige Lokomobilen mit ihrer gesamten wirklichen Leistung etwa 145 Tage ständig in Tätigkeit, was der Wirklichkeit wohl nahekommen dürfte.) Die ausgiebige Verwendung anderer Brennstoffe als Kohle (Braunkohle, Torf, Holz usw.) wird die effektiven

---

[1]) Unter Benutzung der Verhältniszahlen für die einzelnen Monate, wie sie auf S. 19 des Sonderabdruckes: Die Verwertung der Elektrizität in Bayern usw. (a. a. O.) angegeben sind.

[2]) Vgl. Die Dampfkraft in Bayern (a. a. O.), S. 37; Feststellung des verwendeten Heizmaterials, S. 68.

Einsparungen an Steinkohle allerdings etwas verkleinern. Ob und inwieweit die heutigen Verhältnisse wesentlich andere Kohlenverbrauchsziffern für den Getreidedrusch in Bayern bedingen, konnte nicht festgestellt werden.

### 3. Elektrochemische und elektrometallurgische Industrie.

Die bisherigen Untersuchungen über den möglichen Energiebedarf für das Gewerbe, für Beleuchtungszwecke und für die Landwirtschaft, d. h. also für die allgemeine Elektrizitätsversorgung, gingen von den im Lande bereits vorhandenen gewerblichen Betrieben, von der Zahl der statistisch festgestellten Haushaltungen und von der Produktionsmenge der Kulturflächen aus, die nach Ausmaß und Ertrag für eine kurze Untersuchungsperiode wenig veränderlich sein werden. Die Basis dieser Studie bildet demnach im großen und ganzen das wirklich Gegebene. Erst innerhalb dieser Realitäten tritt an die Stelle der Tatsächlichkeit die Erörterung des Wahrscheinlichen und Möglichen. Anders bei der Betrachtung der obengenannten Industrien vom energiewirtschaftlichen Standpunkte aus! Denn insoweit elektrochemische und elektrometallurgische Betriebe im rechtsrheinischen Bayern noch nicht ansässig sind und somit einen hydroelektrischen Energiebedarf auslösen, hat man es mit neuzuschaffenden Betrieben zu tun, von denen man weder Zahl, noch Betriebsgröße, noch Produktionsziel kennt. Daraus folgt die Unmöglichkeit, das eventuelle Gesamtkraftbegehren solcher Betriebe für die nächste Zukunft mit einiger Zuverlässigkeit zu erfassen. Deshalb beschränken sich die nachfolgenden Betrachtungen lediglich auf die Benennung der wichtigeren der hier einschlägigen Produktionen, sowie auf die Feststellung einiger charakteristischer Produktionsbedingungen für solche Betriebe, soweit sie energiewirtschaftliche Belange berühren. Die am Schlusse angeführten überschlägigen Energiebedarfsermittlungen wollen nur die Größenordnung der Energiebedürfnisse solcher Produktionszweige dartun, sind also nicht erschöpfend und nicht als endgültiger Bedarf für die beispielsweise angezogenen Prozesse zu werten. Sie bilden aber unseres Erachtens die gewichtigste Grundlage für wasserwirtschaftspolitische Erwägungen jeder Richtung in Bayern.

Die Erörterung der charakteristischen Produktionsbedingungen für elektrochemische und elektrometallurgische Prozesse deutet selbsttätig auch einige Voraussetzungen an für die Verwirklichung der vom Standpunkte der bayerischen Wasserkraftwirtschaft erwünschten Ansiedelungen solcher Unternehmungen.

Wie bereits erwähnt, gehören vorgenannte Prozesse zu jenen Ausnahmefällen, in denen zur Erzeugung von Wärme (sehr hohe Temperaturen!) für technologische Zwecke Hydroelektrizität Verwendung findet [1]). Relativ günstig liegen die Produktionsbedingungen in Bayern rechts des Rheins für folgende elektrometallurgische und elektrochemische Prozesse [2]):

1. Herstellung von Elektrostahl aus Schrott und Alteisen [3]);

---

[1]) Vgl. S. 24, unten.

[2]) Vgl. Bayr. Industrie- u. Gewerbeblatt 1916 (19/20): Die Kraftquellen Bayerns und deren industrielle Ausnutzung (Geheimrat Prof. Dr. Caro). Die nachfolgend genannten Energiebedarfsziffern sind — soweit nicht anders vermerkt — dem vorstehenden Vortrag Caros entnommen.

[3]) Die Herstellung von 1 t gewalzten Materials aus Schrott und Alteisen erfordert rund 2200 kWh.

2. Produktion bestimmter Eisenlegierungen, wie Ferrosilizium, Ferrochrom, Ferrowolfram, Ferromolybdän (Molybdänlager bei Garmisch)[1];

3. Gewinnung von Aluminium aus Bauxit und Diasporit[2]. (Anfuhr dieser Rohstoffe aus Ungarn auf dem Wasserwege!);

4. Herstellung von Karborundum aus Sand, Koks und etwas Salz;

5. Erzeugung von Alundum aus Tonerde;

6. Herstellung von künstlichem Graphit durch Schmelzung von Sand und Koks und Überhitzung des dadurch erhaltenen Karborundums auf rund 4000° C;

7. Gewinnung von Wasserstoff und Sauerstoff durch elektrolytische Zersetzung des Wassers (Verwertung dieser Gase zur Wärmeerzeugung oder für chemische Prozesse, evtl. Speicherung und Verwertung der hydroelektrischen Abfallenergie)[3].

8. Herstellung von Karbid;

9. Herstellung künstlicher stickstoffhaltiger Stoffe.

Von den vorstehend aufgeführten elektrometallurgischen und elektrochemischen Prozessen beanspruchen zwei Produktionen ganz besonderes Interesse: Die Gewinnung von Aluminium und die Herstellung künstlicher stickstoffhaltiger Stoffe.

Wenn man auch das Aluminium heute noch nicht als „neuen stofflichen Träger der künftigen Technik“[4]) bezeichnen kann, so hat es doch seit dem Kriege eine Steigerung seiner Verwendungsmöglichkeiten gefunden, die Beachtung erheischen. Der wachsende Konsum bedingt eine im gleichen Maße wachsende Erzeugung, wobei die Wasserkräfte bei entsprechend niederen Energiekosten die Kohlenenergie vollkommen ersetzen können. Das Bestreben der Aluminiumproduktion, ans Wasser zu kommen, hängt damit unmittelbar zusammen. Einige wesentliche Voraussetzungen dafür werden aus den weiteren Betrachtungen ersichtlich. Hier soll nur der Hinweis auf die Notwendigkeit der Bereitstellung von Gleichstrom für den Produktionsprozeß vorweggenommen werden.

Eine außergewöhnlich hohe volkswirtschaftliche Bedeutung hat die Herstellung künstlicher stickstoffhaltiger Stoffe. Landwirtschaftsminister Wutzlhofer hat auf die Bedeutung dieser Tatsache hingewiesen, indem er im bayerischen Landtag bei Beratung des Landwirtschaftsetats[5] unter anderem ausführte, daß „eine Anwendung von 40 kg Stickstoff pro Hektar deutschen Ackerbodens schon imstande wäre, die Ernteerträge so zu steigern, daß wir ohne Auslandszufuhr leben könnten. Hierzu wären allerdings Stickstoffmengen nötig, die das Doppelte der Produktion von 1921 ausmachen“.

Für die Stickstoffproduktion auf der Basis der hydroelektrischen Energie kommen heute nur zwei Verfahren in Betracht: Das Norgesalpeterverfahren und das Kalkstickstoffverfahren. Die Suche nach einer geeigneten großen Wasserkraft für die Herstellung des künstlichen Salpeters im ersten Dezennium des zwanzigsten Jahrhunderts gab den Anstoß zu einem Wandel

---

[1]) 1 t Ferrosilizium erfordert rund 4000 kWh.

[2]) 1 t Aluminium erfordert nach Caro 36000 PSh, wozu noch 12000 PSh. zur Raffination des Bauxits pro 1 t Aluminium kommen (nach Gerbel 35000 PSh.). Im Mittel kann man rund 25000—27000 kWh. pro 1 t Aluminium ansetzen.

[3]) Nach Dr. B. Thierbach 5—6 kWh. Energiebedarf für 1 cbm Wasserstoff und 0,5 cbm Sauerstoff = Zersetzung von 90 g destilliertem Wasser.

[4]) Vgl. Grundriß der Soz.-Ök. II, S. 255 (Technik und Wirtschaft von Fr. v. Gottl-Ottlilienfeld).

[5]) Vgl. Münchner Neueste Nachrichten vom 1. 2. 1922, Nr. 46.

in der Einschätzung der Wertigkeit eines großen Teiles unserer Wasserkräfte [1]). Wenn sich dieses Verfahren dann auch an norwegischen Wasserkräften ansiedelte, so darf es doch für sich in Anspruch nehmen, der bayerischen Wasserwirtschaft den Weg zur wirtschaftlichen Verwertung seiner unständigen Niederdruckgroßwasserkräfte gewiesen zu haben. An seine Stelle ist nunmehr der Kalkstickstoff getreten (Frank-Caro-Verfahren), da er dem nordischen Salpeter hinsichtlich des Energiebedarfes wirtschaftlich weit überlegen ist. Dies erhellt am besten aus dem Verbrauch an elektrischer Arbeit. Während das Kalkstickstoffverfahren zur Gewinnung von einer Tonne gebundenem Stickstoffe 15—16000 kWh. benötigt, erfordert die Erzeugung von einer Tonne gebundenem Stickstoff im Salpeter (Birkeland & Eyde) etwa 85—100000 kWh. elektrische Arbeit [1]). Daraus ergibt sich für die Bindung des Stickstoffes nach dem nordischen Verfahren die wirtschaftliche Notwendigkeit, an außergewöhnlich billige Wasserkräfte zu gehen, wie sie auf unserem Kontinente in Norwegen und auch noch in der Schweiz vorkommen. Die wasserreichen hohen Wasserfälle machen dort die teueren Werkkanäle fast ganz entbehrlich, so daß im wesentlichen nur noch Wasserfassungsanlagen, Druckrohrleitungen und die Kraftstationen zu erstellen sind. Bei den südbayerischen großen Niederdruckwasserkraftanlagen setzt die Schaffung eines konzentrierten Gefälles lange Werkkanäle voraus. Beispielsweise erfordert die Kraftanlage des Innwerkes bei Mühldorf für den Oberwasserkanal allein eine Entwicklung von 20 km Länge. Von den 13,5 Millionen cbm zu bewegenden Erdmassen dieses Ingenieurbauwerkes trifft der größte Teil auf den Werkkanal. Ähnliche Verhältnisse zeigt die Wasserkraftanlage der „Mittleren Isar". Naturgemäß verteuern diese notwendigen baulichen Maßnahmen die Gesamtanlagen und führen zu erhöhten Selbstkosten für die Kilowattstunde. Dadurch wiederum schrumpft die Verwendungsmöglichkeit der großen bayerischen Niederdruckwasserkraftanlagen für elektrochemische und elektrometallurgische Prozesse erheblich zusammen. Für heutige Verhältnisse kommt deshalb für Größtausnutzung in Bayern hauptsächlich die Herstellung von Aluminium, Karbid und Kalkstickstoff in Betracht. Freilich sind auch sie dem Auf und Nieder der Konjunkturen unterworfen (Weltmarkt!) und insbesondere den Eventualitäten, welche die unabsehbaren Möglichkeiten des technischen Fortschrittes bergen. Ein neues, technisch und wirtschaftlich günstigeres Produktionsverfahren, sei es auf dem Gebiete der Energiebeschaffung, sei es im Hinblick auf die Art des Produktes selbst, vermag hier zu Bedingungen zu führen, welche die Betriebe alter Herstellungsweisen lahmlegen, wenn sie sich nicht von Anbeginn an vollkommene wirtschaftliche Unabhängigkeit gesichert haben. Dies bezieht sich natürlich in hohem Maße auch auf die Einschätzung der Wertigkeit des verbrauchten Stromes. Ausnutzung des letzten Kubikmeters Wasser (Dauerbetrieb!) und ausgiebige Abschreibung der eigenen Kraftanlagen in Zeiten günstiger Konjunktur [2]) sind die notwendigen Voraussetzungen für das Auffangen der wirtschaftlichen Stöße, welche die ruckweise Weiterentwicklung der Technik gerade auf diesem Gebiete mit sich bringt. Wie schon angedeutet, führt dies für große Werke notwendig — unter Ablehnung des Energiebezuges aus einem Überlandnetz, oder aus einem Werk, das verschiedene Stromverbraucher gleichzeitig beliefert — zur Wasserkraftanlage im Eigenbesitz, so daß solche elektrochemische und elektrometallurgische Betriebe

[1]) Vgl. Bayer. Industrie- und Gewerbeblatt 1919, Nr. 45/46: Die neue Wasserkraftanlage der Bayerischen Stickstoffwerke a. d. Alz (Prof. K. Dantscher, München).

[2]) Entsprechend der Annahme hoher Wertigkeit der bereits billigst beschafften Energie.

über das Energiedargebot und bezüglich seiner Wertbemessung verfügen können, wie es Zeit und Umstände erfordern.

Neben dieser Besitzfrage muß auch noch die Frage der Anpassungsfähigkeit der elektrochemischen und elektrometallurgischen Betriebe an die Energiedarbietung berührt werden! Bekanntlich werden solche Unternehmungen als besonders anpassungsfähig an die Energiedarbietung der Flüsse betrachtet. Diese Anpassungsfähigkeit hat ja auch den unmittelbaren Anstoß dazu gegeben, zunächst mit der „Ausbauwassermenge" für solche Anlagen sehr weit zu gehen und dann — teilweise unter Verkennung der technischen und wirtschaftlichen Zweckmäßigkeiten beim Ausbau unserer Niederdruckwasserkräfte mit ihren schwankenden Leistungen — die Forderung nach der „Größtausbauwassermenge" für die Gesamtelektrizitätsversorgung zu verallgemeinern. Die Bedeutung der Ausbauwassermenge für die Belastungsverhältnisse von Wasserkraftanlagen für Überlandversorgung wurde bereits in einem früheren Abschnitt beleuchtet. Für die an dieser Stelle zu behandelnden Betriebe ist folgendes zu sagen:

Je kleiner ein derartiger Betrieb ist, desto leichter wird seine technische Anpassungsfähigkeit an die schwankenden Energiedarbietungen mit den übrigen Belangen eines solchen Werkes vereinbar sein. Bei großen Betrieben dagegen erfährt diese Anpassungsfähigkeit eine Einengung durch die wachsende Bedeutung der Arbeiterfrage. Wo und wie sollen die vielen Arbeiter solcher Werke beschäftigt werden, wenn niedere Wasserstände oder Wasserklemmen zu starken Produktionseinschränkungen zwingen? Man bedenke, daß diese Zustände hauptsächlich im Herbst und Winter auftreten, also zu Zeiten, in denen der Arbeitsmarkt normalerweise schon eine Erhöhung des Arbeitsangebots zeigt. Heftige Schwankungen der Energiedarbietungen während des Tages würden bei Wiederholung vollends zu unhaltbaren Zuständen führen. Wenn also ein elektrochemischer oder elektrometallurgischer Großbetrieb schon seine eigene Wasserkraftanlage braucht, so kann er bezüglich der Ausbauwassermenge nicht zu weit gehen.

Zur Vervollständigung unserer Energiebilanz muß hier noch der Bedarf jener elektrometallurgischen und elektrochemischen Betriebe registriert werden, welche als sichere Konsumenten der demnächstigen hydroelektrischen Energiedarbietung anzusprechen sind. Zur Gewinnung von Aluminium und Karbid [1]) dient die Innstufe Jettenbach—Töging der Bayerischen Aluminium-Aktiengesellschaft. Die Jahreserzeugung dieser Stufe ist mit etwa 455 Millionen kWh. in der eingangs dieser Studie angegebenen, demnächst zur Verfügung stehenden Wasserkraftenergiemenge von 1,5 Milliarden kWh. enthalten. Die Dr. Alexander Wacker-Gesellschaft bei Holzfeld wird gemeinsam mit der Reichskarbidfabrik in Hardt 160 Millionen kWh. Jahresarbeit aus der unteren Alzstufe herausholen. Ein kleiner Teil dieser Energie ist allerdings für die Überlandversorgung des Inn-, Alz- und Salzachgebietes bestimmt. Insgesamt sind von uns als sicherer Bedarf der elektrochemischen und elektrometallurgischen Großbetriebe zunächst etwa 600 Millionen kWh. angesetzt.

Es liegt nahe, hier die Frage aufzuwerfen, welche Energiemenge nötig wäre, um die vom Landwirtschaftsminister Wutzlhofer als notwendig bezeichneten 40 kg Stickstoff pro Hektar deutschen Ackerbodens bereitzustellen. Die Gesamtfläche des deutschen Ackerbodens mit rund 15,65 Millionen Hektar ange-

---

[1]) Karbidgewinnung durch Überleitung eines Teiles der Energie zur Karbidfabrik in Hardt bei Garching a. d. Alz, welche dem Reiche gehört.

setzt [1]), ergibt bei Verwendung von 40 kg Stickstoff pro Hektar einen gesamten Stickstoffbedarf Deutschlands von

$$40 \times 15{,}65 \text{ Mill.} = 625 \text{ Mill. kg} = 625\,000 \text{ t}.$$

Die bisher erstellten Stickstoffanlagen gestatten pro Jahr die Bereitstellung von etwa 375000 t an gebundenem Stickstoff. Im einzelnen werden erzeugt nach der Haberschen Ammoniaksynthese rund 150000 t, nach dem Verfahren von Frank-Caro und Knapsak [2]) rund 108000 t, als Ammoniumsulfat in den Kokereien und Gasanstalten etwa 117000 t [3]). Würde diese Gesamtstickstoffproduktion einzig und allein der deutschen Landwirtschaft zur Verfügung gestellt, was praktisch nicht zutrifft, so wäre immer noch ein ungedeckter Bedarf von

$$625\,000 - 375\,000 = 250\,000 \text{ t}$$

an gebundenem Stickstoff vorhanden. Seine Deckung in Form von Kalkstickstoff auf der Wasserkraftbasis erforderte bei 16000 kWh. elektrischer Arbeit pro 1 t gebundenem Stickstoff

$$250\,000 \times 16\,000 = 4 \text{ Milliarden kWh.}$$

Zu diesem Strombedarf für die Kalkstickstoffgewinnung kommen pro 1 t gebundenem Stickstoff außerdem noch ca. 2,5—3 t Koksverbrauch, wobei in diesem Falle der Koks als Rohstoff für die Produktion (Karbidherstellung!) zu betrachten ist und ein Bedarf von 1,5—2 t an Verbrauchskohle (Elektroden, Kalkbrennen usw.), zusammen also 4—5 t Kohle. Obige Stickstoffmenge von 250000 t bedingt demnach neben den 4 Milliarden kWh. an elektrischer Arbeit noch 1—1,25 Millionen t Kohlen.

Die Verwendung der kalorischen Energie der Kohlen an Stelle der hydroelektrischen Energie führt zu einem Kohlenbedarf für die Erzeugung von 250000 t gebundenem Stickstoff von

$$250\,000 \times 24 = 6 \text{ Millionen t},$$

bezogen auf Kohle von 7000 WE. pro kg [4]).

Es ist nicht uninteressant, die gleiche Betrachtung lediglich auf Bayern zu erstrecken. Aus 1,76 Millionen ha zu düngendem Ackerboden resultiert ein Stickstoffbedarf von 70000 t. Bei der Annahme einer bereits vorhandenen Jahresproduktion von etwa 13000 t Kalkstickstoff in den Werken an der Alz verbleibt noch ein ungedeckter Bedarf an gebundenem Stickstoff von 57000 t, wozu 910 Millionen kWh. elektrische Arbeit [5]) und etwa 280000 t Kohle erforderlich sind.

Bezüglich des Aluminiums könnte die Frage aufgeworfen werden, welche hydroelektrischen Bedürfnisse erwachsen, wenn die bisher auf Verwendung der Braunkohle basierenden deutschen Aluminiumproduktionsstätten an das Wasser verlegt würden. In Betracht kommen die Werke Bitterfeld mit 4000 t Leistung, das Erftwerk mit 14000 t und das Lautawerk mit ebenfalls 14000 t [6]). Die Gewinnung dieser 32000 t Aluminium setzt die Bereitstellung von

$$32\,000 \times 27\,000 = 865 \text{ Millionen kWh.}$$

---

[1]) Vgl. Statist. Jahrb. d. Deutschen Reiches.

[2]) Ein dem Kalkstickstoff ähnliches Verfahren.

[3]) Nach de Grahl: Wirtschaftliche Verwertung der Brennstoffe, 2. Aufl. (a. a. O.), lauten die Produktionsziffern: Haber rund 150000 t, Frank-Caro 72000 t, Knapsak 30000 t, Kokereien und Gasanstalten 110000 t.

[4]) Vgl. de Grahl: Wirtschaftliche Verwertung der Brennstoffe (a. a. O.), 2. Aufl., S. 160ff.

[5]) Der untere Inn würde die Erzeugung von etwa 1000 Mill. kWh. gestatten.

[6]) Produktionsziffern nach Dr.-Ing. Sterner-Rainer: Bayer. Ind. u. Gew.-Bl. 1921, Nr. 39/40, S. 198.

an hydroelektrischer Energie voraus, also nicht ganz das Doppelte der Leistung der Innstufe Jettenbach—Töging der Bayerischen Aluminium-Aktiengesellschaft. Die Verlegung der Aluminiumerzeugung an das Wasser ist aber, wie schon angedeutet, in ganz besonders hohem Maße abhängig von der Erfüllung der früher genannten technisch-wirtschaftlichen Faktoren. Bei der Einschätzung der Zukunftsaussichten für die praktische Verwirklichung der vorangeführten theoretischen Vertauschung der Energiebasen ist deshalb im Hinblick auf die Weltmarktpreisverhältnisse in erster Linie von diesen technisch-wirtschaftlichen Faktoren auszugehen.

Auch die Stickstoffproduktion (in Form von Kalkstickstoff) ist sehr sensibel hinsichtlich der Energieerzeugungskosten. Wenn aber die Bedingungen restlose Erfüllung finden, wie sie weiter oben skizziert wurden, dann dürfen die Aussichten für die Ansiedelung der noch fehlenden deutschen Kalkstickstoffproduktion an die bayerischen Großwasserkräfte — unter Berücksichtigung der derzeitigen Weltmarktpreisverhältnisse für Stickstoff — als nicht ungünstig bezeichnet werden.

Diese Ansiedelung würde allerdings voraussetzen, daß unsere südbayerischen Großwasserkräfte im wesentlichen in den Dienst der Stickstofferzeugung gestellt würden. Die verhältnismäßig kleinen Bedarfsziffern für die allgemeine Elektrizitätsversorgung, zu welchen unsere Untersuchung führte, und die fundamentale volkswirtschaftliche Bedeutung, welche der Unabhängigmachung der deutschen Ernährung vom Auslande zukommt, läßt die Erfüllung dieser Voraussetzung immerhin als durchführbar erscheinen. Sie würde sich — im Prinzip — praktisch dahin auswirken, daß mittlere und kleinere Wasserkräfte für die allgemeine Elektrizitätsversorgung und für sonstige industrielle Bedürfnisse, die südbayerischen Großwasserkräfte dagegen in erster Linie zur Sicherstellung unserer Ernährung dienten. Die Problemstellung bezüglich der bayerischen Energiewirtschaft, von der unsere Untersuchung ihren Ausgang genommen hatte, erfährt durch diese Betrachtungsweise allerdings eine Verschiebung insofern, als bei ihr der Schwerpunkt hinsichtlich der Wertung der Wasserkraftenergie nicht mehr so sehr im Ersatz der „schwarzen Kohle“ zu suchen ist, als vielmehr in der grundsätzlichen Frage: Welcher Verwertung unserer bayerischen Wasserkräfte kommt die energiewirtschaftlich und volkswirtschaftlich höchste Bedeutung zu?

Wenn vor etwa 15 Jahren die Stickstoffproduktion es war, welche die Erkenntnis über den Wert unserer Wasserkräfte mit kräftigem Impulse auslöste, so ist es heute wiederum die Stickstofferzeugung, welche bei der obigen Fragestellung als Viermilliardenriese in den Vordergrund tritt, alle übrigen Energieverbraucher kräftig überschattend. Findet sein Energiebegehren an den südbayerischen Großwasserkräften Befriedigung, dann wachsen mechanisch die beiden anderen Wege zur Lösung des bayerischen Energiewirtschaftsproblems: die kohlensparenden Maßnahmen in der Wärmewirtschaft und die Erstellung einer Großschiffahrtsstraße über ihre bereits erkannte große Bedeutung noch wesentlich hinaus. Die Wasserstraße insbesondere würde nicht nur die Voraussetzung für die Schaffung eines so gewaltigen Stickstoffindustriezentrums bilden zur tunlichst billigen Heranschaffung der benötigten Rohstoffe, sondern in gleicher Weise das Entlastungsventil für die Fertigprodukte, also das Transportband ohne Ende für die Erzeugung darstellen.

Die zur Zeit im Bau befindlichen Wasserkräfte — mit Ausnahme der Anlagen am mittleren Inn und an der Alz — zusammen mit dem Bayernwerk sollen der

allgemeinen Elektrizitätsversorgung und Bahnelektrisierung dienen. Bei ihrer Wertung für die bayerische Energiewirtschaft liegt deshalb das Schwergewicht noch auf dem Ersatz der kalorischen Energie durch hydroelektrische Energie. In der zusammenfassenden Betrachtung über die Ergebnisse unserer Untersuchung mußte diesen Verhältnissen Rechnung getragen werden[1]), indem die Energiewirtschaftsbedürfnisse der Elektrochemie und -metallurgie dabei vollkommen ausgeschieden werden. Das so entstandene Schlußkriterium für alle übrigen Energieverbraucher bildet nun eine gewichtige Unterlage für die weittragende Entscheidung bei der oben aufgeworfenen grundsätzlichen Frage über die zweckmäßigste Verwertung unserer bayerischen Wasserkräfte. Mit der Bereitstellung dieser Unterlagen haben sich die für vorliegende Studie gesteckten Ziele dann erschöpft.

## 4. Elektrisierung der Bahnen.

Die Problemstellung dieser Studie, welche auf die Ermittlung des hydroelektrischen Energiebedarfes hinausläuft, wie er unter den ausführlich erörterten Voraussetzungen in nächster Zeit zu erwarten steht, bedingte zur Feststellung der Bedürfnisse für die Bahnelektrisierung eine Untersuchung nach zwei Richtungen hin. Sie hätte einmal den Einfluß der rein technischen Belange (nach dem heutigen Stand der Technik) auf Umfang und Tempo der Einführung des elektrischen Bahnbetriebes klarzustellen. Außerdem erforderte sie die Festlegung der derzeitigen wirtschaftlichen Bedingungen und Voraussetzungen für die Bahnelektrisierung. Die technischen und wirtschaftlichen Belange zusammen wären dann eine geeignete Grundlage für die Feststellung des demnächst zu erwartenden Bahnstrombedarfes. Eine ähnliche Untersuchung wurde um das Jahr 1908 vom bayerischen Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten für die bayerischen Bahnen rechts des Rheines durchgeführt und als „Denkschrift über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den bayerischen Staatseisenbahnen“ veröffentlicht.

Die Grundlage der Bedarfsermittlung bezüglich der Verkehrsintensität bildete seinerzeit die Fahrleistung für den Durchschnitt des Juli 1906. Die Berechnungen ergaben als Gesamttagesverbrauch des Staatsbahnnetzes 1,435 Millionen kWh. elektrische Arbeit, bezogen auf die Speisepunkte des Bahnnetzes. Durch den gewählten Zuschlag von 10 % für Unregelmäßigkeiten im Verkehr und von rund 40 % zur Deckung der Energieverluste usw. (Spannungsumformung, Stromtransporte usw.) steigt der Bedarf auf rund 2,5 Millionen kWh. Bei der damals zugrunde gelegten Annahme einer Verkehrszunahme vom Jahre 1906—1920 in der Höhe von 42 % ergibt sich hieraus eine notwendige Bruttoarbeitsleistung für einen Tag des Jahres 1920 von 3,55 Millionen kWh., also ein Jahresbedarf von 1,3 Milliarden kWh. Zu dieser auf das ganze rechtsrheinische Eisenbahnnetz ausgedehnten Energiebedarfsermittlung sagt die Denkschrift: „Hieraus darf aber nicht gefolgert werden, daß schon jetzt oder in absehbarer Zeit die Einführung des elektrischen Betriebes auf allen bayerischen Bahnen in Aussicht genommen ist. Mit der Einführung des elektrischen Betriebes kann vielmehr nur schrittweise vorgegangen werden, unter steter Berücksichtigung des Grundsatzes, daß von einzelnen besonders gelagerten Fällen vielleicht abgesehen, eine Linie hierfür nur dann ins Auge zu fassen ist, wenn der elektrische Betrieb gegenüber dem Dampfbetriebe sich billiger stellen wird.“

---

[1]) Vgl. S. 97f.

In der Schlußbetrachtung der Denkschrift sind die Hauptergebnisse der Untersuchung in 9 Punkten zusammengefaßt. Die wichtigsten davon lauten[1]:

„2. Der einphasige Wechselstrom kann nach dem heutigen Stande der Technik als die Stromart bezeichnet werden, welche die Anforderungen des Hauptbahnbetriebes im ganzen am besten erfüllen dürfte.

3. Der elektrische Bahnbetrieb bietet unter allen Umständen gewisse Vorteile, nämlich die Erhöhung der Reisegeschwindigkeit und die Beseitigung der Rauchplage.

6. Die weitere Frage, ob die Einführung des elektrischen Betriebes finanzielle Vorteile bietet, oder ob wirtschaftliche Gründe den elektrischen Betrieb auf gewisse Linien beschränken, ist dahin zu beantworten, daß der elektrische Betrieb gegenüber dem Dampfbetrieb finanziell wettbewerbsfähig ist, wenn

a) die Kosten der elektrischen Arbeit einen gewissen Betrag nicht übersteigen,

b) eine gewisse Dichtigkeit des Verkehrs vorhanden ist.

Diesen Voraussetzungen entsprachen die verkehrsreicheren Linien des südlichen Bayerns besser als die nördlichen Linien, weil in Südbayern die Kohle teurer, die elektrische Arbeit wegen der vorhandenen größeren Wasserkräfte billiger ist als in der nördlichen Landeshälfte.

8. Ist es richtig, daß die Kohlenvorräte der Erde nicht unerschöpflich sind und steigen die Kohlenpreise auch weiterhin, so wird der Wert der Wasserkräfte und die Zahl der ausbauwürdigen Wasserkräfte wachsen. Dann werden auch die finanziellen Vorteile, welche der elektrische Hauptbahnbetrieb bei Verwertung geeigneter Wasserkräfte für manche Linien jetzt schon verspricht, bei diesen Linien noch größer, und sie werden auch bei anderen Linien erreichbar werden.

9. Es dürften sich aber — abgesehen von den ersten Versuchslinien — zwei Hauptstadien des Vorgehens ergeben:

a) Die Auswahl solcher Linien oder Liniengruppen, welche sich nach ihrer Lage zu billigen Wasserkräften und nach ihrer Verkehrsstärke besonders für den elektrischen Betrieb eignen, vielleicht auch militärische Gründe werden den Umfang der für den elektrischen Betrieb vorerst überhaupt in Betracht kommenden Linien ziemlich bestimmt begrenzen. Die hierfür erforderlichen Wasserkräfte werden von der Staatseisenbahnverwaltung bezeichnet werden, sobald die erforderlichen Unterlagen von der Abteilung für Ausnutzung der Wasserkräfte im Staatsministerium des Innern zur Verfügung gestellt sind.

b) Bei den übrigen Linien wird der elektrische Betrieb unter Umständen erst in beträchtlich späterer Zeit in Frage kommen. Hier dürfte es weder den Landesinteressen, noch den eigenen finanziellen Interessen der Staatseisenbahnverwaltung entsprechen, die im Bereiche dieser Linien befindlichen Wasserkräfte zu belegen. Sie dürften besser für andere Unternehmungen vorerst freizugeben sein, jedoch unter Bedingungen (zeitlich begrenzte Konzession, entsprechende Einlösungsbedingungen), welche es der Staatseisenbahn ermöglichen, im Bedarfsfalle das Kraftwerk anzukaufen oder doch von Zeit zu Zeit prüfen zu können, ob die Kraft für sie noch weiterhin entbehrlich ist.

Stets wird sich die Staatseisenbahnverwaltung dabei von der Erwägung leiten lassen, daß sie an dem Gedeihen der bayerischen Industrie das lebhafteste Interesse hat.“

Seit der Formulierung vorstehender Sätze sind 15 Jahre verflossen, die erhebliche Wandlungen für das Wirtschaftsleben gebracht haben. Die bayerischen Staatsbahnen selbst gingen inzwischen in Besitz und Verwaltung des

---

[1]) Vgl. genannte Denkschrift, S. 60 u. 61.

Reiches über. Schon mit Rücksicht auf die veränderten Verhältnisse wäre eine neue Untersuchung über die heutigen technischen und wirtschaftlichen Bedingungen für die Bahnelektrisierung erwünscht. In dieser Studie konnte allerdings davon Abstand genommen werden, weil die schrittweise Einführung des elektrischen Bahnbetriebes, von der in der Denkschrift des Jahres 1908 die Rede war, auch heute allein in Frage kommen kann. Selbst wenn die Wirtschaftlichkeit für eine Umstellung von kalorischer Energie auf hydroelektrische Energie für den gesamten Bahnbetrieb rechts des Rheines gegeben wäre, benötigte man zur vollkommenen Durchführung dieser Umstellung ein bis zwei Jahrzehnte. Für die nächsten Jahre kann deshalb nur jener Bahnstrombedarf in Rechnung gesetzt werden, welcher sich für die zunächst zu elektrisierenden Bahnlinien ergibt. Die mehrfach erwähnte ministerielle Denkschrift: „Die Wasserkraftwirtschaft in Bayern" veranschlagt diesen Bedarf zu 200 Millionen kWh. für das Jahr 1925, setzt also voraus, daß bis dahin $^1/_6 - ^1/_7$ des gesamten rechtsrheinischen Bahnnetzes mit der elektrischen Zugsförderung ausgerüstet ist. Um zu illustrieren, was 200 Millionen kWh. Jahresarbeitsleistung für den Bahnbetrieb besagen wollen, wurde nachstehend — unter Benutzung der Denkschrift vom Jahre 1908 über die Bahnelektrisierung — für jene Linien, deren Umstellung mit in erster Linie durchgeführt wird, der Jahresenergieverbrauch zusammengestellt, und zwar einmal für die Verkehrsverhältnisse vom Jahre 1906/07 und daneben für einen um 70 % größer angenommenen Verkehr.

| Linie | Jahresstromverbrauch in kWh. für | |
|---|---|---|
| | Verkehr 1906/07 | Verkehr 1906/07 + 70 % |
| Salzburg — Bad Reichenhall — Berchtesgaden . . | 1700000 | 2900000 |
| München — Garmisch — Partenkirchen einschließlich der Anschlußlinien Kochel, Penzberg, Peißenberg . . . . . . . . . . . . . . . | 8500000 | 14400000 |
| Nahverkehr München — Gauting . . . . . . . | 2600000 | 4400000 |
| München — Bad Tölz — Schliersee und Holzkirchen — Rosenheim . . . . . . . . . . . . . | 9140000 | 15500000 |
| Zusammen: | 21940000 | 37200000 |

Man erkennt, daß außer den vorgenannten noch viele Bahnstrecken elektrisiert werden müssen, bis der jährliche Bahnstromverbrauch die oben angeführten 200 Millionen kWh. erreicht. Ob und inwieweit das Reich die hierfür notwendigen erheblichen Mittel bereitzustellen vermag, diese Frage steht hier nicht zur Diskussion und kann heute auch gar nicht beantwortet werden. Grundsätzlich bildet aber diese Möglichkeit oder Unmöglichkeit einen Bedingungsfaktor für die Größe des zukünftigen Bahnstromkonsums. Ein zweiter solcher Faktor bleibt die Frage, auf welchen einzelnen Bahnstrecken der elektrische Betrieb dem Dampfbetrieb überlegen ist, bzw. wie sich das Verhältnis der Kosten dieser zwei Betriebsarten zueinander in den kommenden Jahren gestalten wird.

Unter dem Gesichtswinkel der derzeitigen Verhältnisse betrachtet, dürfte die Annahme eines Bedarfes von jährlich 200 Millionen kWh. zu Bahnzwecken für die nächsten Jahre sehr weitgehend sein. Dies ist zu beachten, wenn er in der folgenden Schlußbetrachtung in dieser Höhe gleichwohl in Ansatz gebracht wird.

# D. Zusammenfassende Betrachtung über die Ergebnisse der Untersuchung.

## 1. Beziehung zwischen hydroelektrischem Energiebedarf und derzeitigem Wasserkraftausbau.

Die Gesamtheit der bisher angestellten Untersuchungen über den demnächstigen hydroelektrischen Energiebedarf im rechtsrheinischen Bayern gestattet nun eine kritische Würdigung der bis jetzt unternommenen Schritte zur Heranziehung der „weißen" Kohle als Ersatz für die schwarze Kohle. Würde man hierzu lediglich den ermittelten maximalen Bedarf zugrunde legen, wie er sich aus den nackten Zahlen der Tabelle 36 (S. 98) zusammensetzt, dann ergäbe sich folgendes Bild[1]):

| Energiedarbietung: Mill. kWh. | | Energiebedarf: Mill. kWh. | |
|---|---|---|---|
| Walchenseewerk . . . . . rund | 160 | Gewerbe umstellbar . . . . . . . | 170 |
| Mittlere Isar . . . . . „ | 480 | Gewerbe teilweise umstellbar . . . | 122 |
| Lech (Meitingen) . . . . . „ | 70 | Elektrizitätswerke . . . . . . . . | 81 |
| Isarstufe (Mühltal) . . . . . „ | 80 | Gas- u. andere Kraftmaschinen . . | 60 |
| Kleinwasserkräfte . . . . . „ | 100 | Licht . . . . . . . . . . . . . | 81 |
| | | Landwirtschaft . . . . . . . . . | 47 |
| | | Allgem. Elektrizitätsversorgung . . | 561 |
| | | Bahnstrom . . . . . . . . . . | 200 |
| Darbietung: . . . . . . rund | 890 | Theoret. . . Maximalbedarf: | 761 |

Der Überschuß von rund 130 Millionen kWh. über den theoretischen Maximalbedarf besagt, daß der Wirtschaft in den nächsten Jahren „weiße" Kohle im Überfluß zur Verfügung steht, daß demnach in quantitativer Hinsicht weitgehendste Umstellungsabsichten Befriedigung finden könnten. Die einleitenden Erwägungen dieser Studie zeigten aber die Notwendigkeit, die Energiedarbietung dem sicheren Bedarfe des zu betrachtenden Zeitabschnittes anzupassen, damit eben die wirtschaftliche Möglichkeit zu einer umfassenden Vertauschung der Energiebasen geschaffen wird. Will man die Ergebnisse von diesem Standpunkte der Energiewirtschaft aus einem Kriterium unterziehen, dann dürfen die ermittelten Bedarfszahlen nicht mehr als starre, absolute Größen zugrunde gelegt werden. Wir müssen sie vielmehr nochmals im Geiste vor uns erstehen lassen, müssen bereits bei den Teilbeträgen, deren Gesamtheit zu den vorangeführten Maximalzahlen führte, mit dem Werten beginnen. Dann werden alle jene Momente wieder lebendig, die uns letzten Endes von Reserven sprechen ließen beim Gewerbe, von langen Zeitspannen zur Erreichung des möglichen Bedarfes beim Lichtstromkonsum und landwirtschaftlichen Kraftstrombedarf, und von den undurchsichtigen Verhältnissen für die Elektrisierung der Eisenbahnen. Die Summe dieser Momente bedingt eine erhebliche Reduzierung des angeführten theoretischen Maximalbedarfes von 761 Millionen kWh., die sich aber nicht zahlenmäßig erfassen läßt. Um ihr gleichwohl einiger-

[1]) Die Energiedarbietung der für elektrochemische und elektrometallurgische Betriebe bestimmten Wasserkraftanlagen (vgl. S. 91ff.) blieb hierbei unberücksichtigt, ebenso deren Bedarf, der überschlägig gleich der Darbietung gesetzt wurde.

Tabelle 36.

Schlußzusammenstellung über die (36) unter Zugrundelegung der absoluten Werte (siehe S. 97).

| Regierungsbezirk | Gewerbe | | | | Licht | Land-wirtschaft | zusammen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dampfkraftmaschinen | | Elektrizitätswerke | Gas- und „andere“ Kraftmaschinen | | | |
| | umstellbar | teilweise umstellbar | | | | | |
| | 1000 Jahreskilowattstunden | | | | | | |
| Oberbayern . | 20544 | 8338 | — | 11100 | 17910 | 10750 | 68642 |
| Niederbayern | 8809 | 5166 | 1400 | 3700 | 10040 | 8560 | 37675 |
| Oberpfalz . . | 15577 | 41103 | 14800 | 6700 | 7970 | 6080 | 92230 |
| Oberfranken . | 31993 | 24672 | 6500 | 5400 | 9760 | 4640 | 82965 |
| Mittelfranken | 24938 | 18019 | 39500 | 16300 | 17480 | 5110 | 121347 |
| Unterfranken | 31560 | 4225 | 18800 | 7900 | 10570 | 5280 | 78335 |
| Schwaben . . | 36674 | 20534 | — | 8900 | 7140 | 6560 | 79808 |
| Zusammen: | 170095 | 122057 | 81000 | 60000 | 80870 | 46980 | 561002 |

maßen Rechnung zu tragen, sollen wenigstens die früher ermittelten Reserven von etwa 72 Millionen kWh., welche in den Gewerbegruppen IX und X stecken mögen [1]), außerdem das Energiebedürfnis für die Umstellung der Gas- und „anderen“ Kraftmaschinen mit den angenommenen rund 60 Millionen kWh. vom Gesamtbedarf in Abzug gebracht werden. Der Energiedarbietung von rund 890 Millionen kWh. steht nunmehr ein möglicher Bedarf der nächsten Jahre von 761 — 132 = 629 Millionen kWh. gegenüber. Die Verschiedenheit des Bahnstromes (Einphasenwechselstrom mit $16^2/_3$ Perioden) vom Drehstrom des Bayernwerknetzes (Drehstrom mit 50 Perioden), was zu einem besonderen Bahnnetz Veranlassung gibt, sowie die gesondert gelagerten Verhältnisse für die Elektrizitätsabgabe an die Eisenbahnverwaltung läßt es erwünscht erscheinen, zunächst auch den Bahnstrom aus der Betrachtung auszuschalten, also lediglich den Bedarf der für die allgemeine Elektrizitätsversorgung in Frage kommenden Konsumenten zur Energiedarbietung ins Verhältnis zu setzen. Es reduziert sich dann die letztere auf 890 — 200 = 690 Millionen kWh., der Bedarf auf 629 — 200 = 429 Millionen kWh. Danach ist also die vom energiewirtschaftlichen Standpunkte aus als notwendig erkannte Übereinstimmung zwischen Bedarf und Deckung zunächst nicht erfüllt, obwohl diese Betrachtungsweise von der Vorstellung ausgeht, daß die Energiedarbietung zeitlich und örtlich vollkommen den Bedarfsansprüchen angepaßt werden kann, was keineswegs der Fall ist. Letztere Tatsache wirkt sich letzten Endes in einem Anwachsen des Energieüberschusses aus, der seinerseits zu einer Erhöhung der Selbstkosten für die Energieerzeugung führt und hierdurch wiederum die Umstellungsmöglichkeiten wirtschaftlich beengt. Natürlich findet die wechselseitige Auswirkung dieser wirtschaftlichen Schlußfolgerungen auch ihre Grenzen. Das eventuelle Mißverhältnis zwischen Energiedarbietung und -bedarf löst außerdem automatisch das neue Problem aus, welche Mittel und Wege einzuschlagen sind, um die Überschußenergie so wirtschaftlich zu verwerten, daß die normalen Stromtarife ermäßigt

[1]) Vgl. S. 67 dieser Studie.

Tabelle 37.

**Ergebnisse der Bedarfsermittlung:**

(37) ohne die Werte für Gas- und „andere“ Kraftmaschinen und ohne die Reserven der Gewerbegruppen IX und X (siehe S. 98).

| Regierungsbezirk | Gewerbe | | | Licht | Landwirtschaft | zusammen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dampfkraftmaschinen | | Elektrizitätswerke | | | |
| | umstellbar | teilweise umstellbar | | | | |
| | 1000 Jahreskilowattstunden | | | | | |
| Oberbayern . | 20544 | 4291 | — | 17910 | 10750 | 53495 |
| Niederbayern | 8809 | 917 | 1400 | 10040 | 8560 | 29726 |
| Schwaben . . | 24648 | 4042 | — | 7140 | 6560 | 42390 |
| Südbayern . . | 54001 | 9250 | 1400 | 35090 | 25870 | 125611 |
| Oberpfalz . . | 15577 | 39617 | 14800 | 7970 | 6080 | 84044 |
| Oberfranken . | 22377 | 5545 | 6500 | 9760 | 4640 | 48822 |
| Mittelfranken. | 24850 | 16155 | 39500 | 17480 | 5110 | 103095 |
| Unterfranken | 31060 | 1961 | 18800 | 10570 | 5280 | 67671 |
| Nordbayern . | 93864 | 63278 | 79600 | 45780 | 21110 | 303632 |

werden können und so einen Anreiz für die Umstellung zu bieten vermögen. Einen mehr oder weniger ausgiebigen Faktor bei der Bedarfsentwicklung für hydroelektrische Energie bildet weiterhin die Erfahrungstatsache, daß das umfangreiche Energiedargebot zur Schaffung neuer Bedürfnisse lockt und somit wirtschaftsfördernd wirkt. Schließlich fehlt in den Bedarfszahlen auch noch der Bedarf für die natürliche gewerbliche Weiterentwicklung. Da aber auf der anderen Seite auch die Energiedarbietung der Kachletstufe bei Passau, der Stauanlage bei Viereth, sowie der unteren Mainmühle in Würzburg mit zusammen rund 265 Millionen kWh. in der Zusammenstellung unberücksichtigt blieb, so wird dadurch das Fehlen obigen Bedarfes bis zu einem gewissen Grade ausgeglichen. Die demnächstigen bayerischen Energiebedarfsverhältnisse werden jedenfalls ein interessantes und lehrreiches Beispiel dafür sein, inwieweit die verschiedenen vorerwähnten Erwartungen Erfüllung finden. Die Entwicklung des Energiekonsums wird weiterhin einen Prüfstein dafür abgeben, ob es zweckmäßig ist, für die wachsenden Bedürfnisse der allgemeinen Elektrizitätsversorgung Bayerns jeweils Größtwasserkräfte (Mittlere Isar) zu erschließen oder aber durch den sukzessiven Ausbau kleinerer und mittlerer Wasserkraftanlagen mit der Bedarfsgestaltung Schritt zu halten. Die Einzelergebnisse der vorliegenden Untersuchung weisen zunächst auf die letztere Methode als auf die zweckmäßigere.

Bislang geschah die Wertung der Ergebnisse lediglich im Hinblick auf den Gesamtbedarf und die Gesamtenergiedarbietung. Neue Gesichtspunkte ergeben sich, wenn die geographische Lage der Energiequellen und das territoriale Auftreten des gesamten Energiebedarfes Berücksichtigung findet, wie es bereits bei der Untersuchung der einzelnen Verbraucherkategorien teilweise geschehen ist. Da sich der Energiebedarf der Eisenbahnverwaltung für die Elektrisierung der Bahnen zunächst in der Hauptsache auf Oberbayern beschränkt, woselbst auch die seiner Befriedigung dienenden Energiequellen liegen (Walchenseewerk,

Mittlere Isar, Saalachkraftwerk), während die elektrochemischen und elektrometallurgischen Werke an und für sich unmittelbar am Ort der Energieerzeugung oder doch in möglichster Nähe davon erstellt werden, hat die Standortunter-

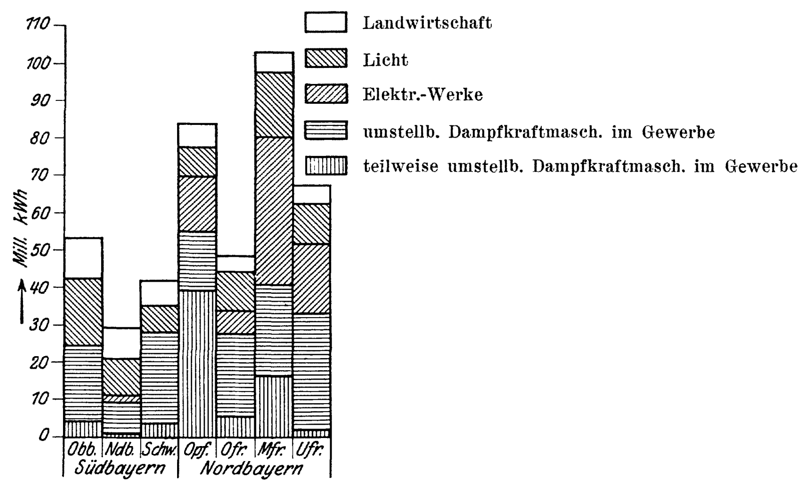



Abb. 21. Darstellung des Gesamtstrombedarfes in den Reg.-Bez. gemäß Tabelle 37.

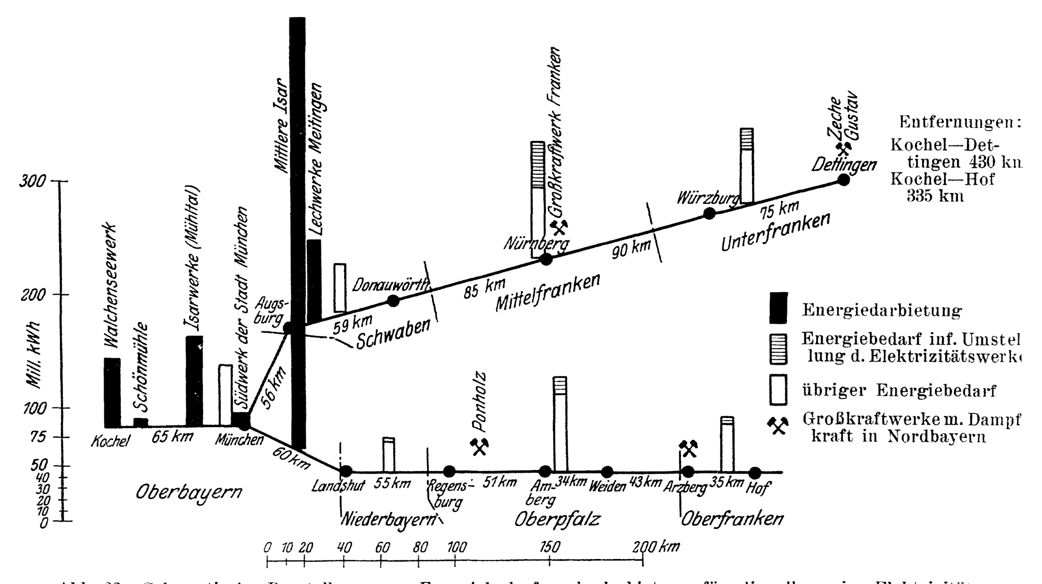



Abb. 22. Schematische Darstellung von Energiebedarf und -darbietung für die allgemeine Elektrizitätsversorgung unter Berücksichtigung der Entfernungen der Bedarfszentren vom Erzeugungszentrum. Die Energiedarbietung des Walchenseewerks und der mittleren Isar sind je um 100 Millionen KWh. reduziert: diese 200 KWh. sind als Deckung des Bahnbedarfs gedacht, der in vorstehender Darstellung unberücksichtigt blieb.

suchung dieser Studie lediglich für die allgemeine Elektrizitätsversorgung Bedeutung. Der in Betracht kommende Bedarf ist in Tabelle 37 (S. 99) zusammengestellt. Danach steht dem südbayerischen Bedarfe von rund 126 Millionen kWh. ein Bedarf für Nordbayern von rund 304 Millionen kWh. gegenüber. (Die Be-

rücksichtigung der gewerblichen Weiterentwicklung würde bei den gemachten Annahmen nichts an dem Verhältnis zwischen dem nord- und südbayerischen Bedarfe ändern.)

Die zur Deckung dieser Bedürfnisse jüngst ausgeführten oder noch im Bau befindlichen Wasserkraftanlagen liegen fast ausschließlich in Südbayern. Die Größe der dafür bestimmten Energiedarbietung ist nach früherem mit 690 Millionen kWh. in Ansatz zu bringen. In den Abb. 21 und 22 sind diese Verhältnisse graphisch dargestellt.

Abb. 21 zeigt, in welchem Größenverhältnis die einzelnen Bedürfnisse nach elektrischem Strom in den 7 Regierungsbezirken zueinander stehen. Abb. 22 gibt eine schematisierte Darstellung von Bedarf (ohne gewerbliche Weiterentwicklung) und Energieerzeugung (ohne Kachlet- und Vierethstufe) unter Berücksichtigung der Entfernungen der Bedarfszentren zum Erzeugungszentrum. Der Bedarf wird dabei in der Mitte des jeweils geschnittenen Regierungsbezirkes angenommen. Die Energiedarbietung des Walchenseewerks und der Mittleren Isar erfuhren eine Reduzierung um je 100 Millionen kWh., so daß gleichzeitig der Bahnbedarf ausgeschieden werden kann. Die im Ausbau begriffenen Kleinwasserkräfte waren nur zum Teil erfaßbar (rund 30 Millionen kWh.). Zur Erstellung der Abb. 22 geschah einmal die Abwicklung der Strecke Kochel—München—Landshut—Regensburg—Amberg—Arzberg—Hof, dann der Strecke München—Augsburg—Meitingen—Nürnberg—Würzburg—Dettingen a. Main. (Für die Größen der Energiedarbietung und des Bedarfs sind jeweils lediglich die Ordinaten maßgebend, nicht die Flächen.)

Bayern.

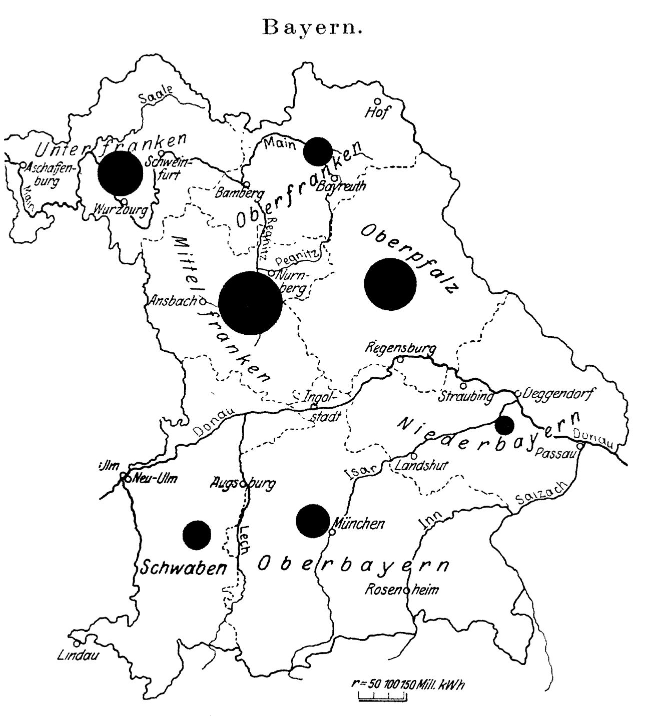



Abb. 23. Geographische Verteilung des Bedarfs nach Tab. 37.

Es mußte bereits bei der Wertung der Untersuchungsergebnisse für das Gewerbe auf das ungünstige Bild hingewiesen werden, welches der hydroelektrische Energiebedarf bezüglich seines territorialen Auftretens zeigt. Die Berücksichtigung des Bedarfes für Licht- und landwirtschaftliche Kraftzwecke vermag nun an dieser Tatsache nichts zu ändern. Würde man die in Abb. 22 angedeuteten Großdampfkraftwerke lediglich als Reserven betrachten[1]), dann hätte die Be-

[1]) Dabei bleibt natürlich die Frage der Ablösung oder Abfindung dieser Werke offen.

| Laufende Nr. | Gewerbeart | umstellbar = u.; teilweise umstellbar = t. u.; nicht umstellbar = n. u. | Regierungsbezirk | Zahl der Betriebe mit Maschinen | Dampfkraftmaschinen | | | | Gas- und ‚andere' Kraftmaschinen | | | | Elektrische Generatoren | | | | Elektromotoren | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Betriebe | | PS. | | Betriebe | | PS. | | Betriebe | | kW. | | Betriebe | | kW. | |
| | | | | | 1914 | 1917 | 1914 | 1917 | 1914 | 1917 | 1914 | 1917 | 1914 | 1917 | 1914 | 1917 | 1914 | 1917 | 1914 | 1917 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

darfsdeckung von den in Oberbayern und Schwaben erstellten Großwasserkraftanlagen aus über das Bayernwerknetz zu geschehen (dessen ungefähre Linienführung der Abb. 22 zugrunde gelegt wurde). Bei rund 430 Millionen kWh. Bedarf führt dieser weite Stromtransport zu Energieverlusten, deren Deckung allein schon die Leistung eines größeren Kraftwerkes erfordern würde.

Wenn diese Erscheinung vom rein theoretisch-energiewirtschaftlichen Standpunkte aus nun auch als Energievergeudung gewertet werden muß, könnte man sich praktisch gleichwohl damit abfinden, sofern eine technisch-wirtschaftlich bessere Lösung nicht erreichbar wäre. Die Ergebnisse unserer Untersuchung locken nun außerordentlich zur Erwägung einer solchen Möglichkeit. Im Hinblick auf die Notwendigkeit, Energieverluste tunlichst einzuschränken, muß der Versuch zur Bereitstellung einer besseren Lösung von dem Gedanken ausgehen, daß sich jedes Bedarfszentrum in erster Linie durch eigene Wasserkraftanlagen selbst versorgt. Erst wenn dies in wirtschaftlicher Weise nicht oder nicht mehr möglich ist, erfolgt der Anschluß an ein benachbartes Energieüberschußgebiet. Soweit Lager an minderwertigen Brennstoffen (Rohbraunkohle) im Bedarfsgebiet zur Verfügung stehen, können natürlich auch diese als Energiequelle vorerst an die Stelle eigener Wasserkraftanlagen treten. Diese grundlegende Annahme deckt sich mit unseren Betrachtungen gelegentlich der Einreihung der Dampfkraftmaschinen der Gewerbegruppe III in unserem Umstellungsschema. Entsprechend den vorgenannten Richtlinien hätte zunächst für jeden Regierungsbezirk die Untersuchung zu erfolgen. Wie Abb. 22 zeigt, genügen zur Deckung des Bedarfes Oberbayerns und Schwabens einschließlich Eisenbahn die Anlage der Isarwerke bei Mühltal, jene der Lechwerke bei Meitingen sowie diejenige des Walchenseewerks (Bahn!). Im Hinblick auf die durch Erstellung der Bayernwerksanlage bereits festgelegten Art der Versorgung Bayerns sollen die 4 nordbayerischen Regierungsbezirke als zusammengefaßtes Bedarfszentrum betrachtet werden. Kann der in dieser Studie ermittelte Bedarf für die 4 Kreise nun durch eigene Wasserkräfte Nordbayerns Deckung finden? Nach der jüngsten, mehrfach genannten Veröffentlichung des bayerischen Staatsministeriums des Innern[1]) sind an Wasserkräften im Maingebiet ohne Lechüberleitung noch 225900 PS. Ausbauleistung (123900 PS. mittlere Leistung) erschließbar. Diese repräsentieren eine Jahresarbeit von mindestens 300 Millionen kWh. Bei dem ermittelten Bedarf von rund 304 Millionen kWh. ist

[1]) Vgl. Die Wasserkraftwirtschaft in Bayern (a. a. O.).

| Leistung der umstellbaren Dampfkraftmaschinen in PS. | Leistung der Gas- und ‚anderen‘ Kraftmaschinen in PS. | Stromverbrauch der umstellbaren Dampfkraftmaschinen in 1000 Jahres-kWh. | Kohlenersparnis in Tonnen | Kohlenverbrauch der untersuchten Gewerbeart. in Tonnen | | Stromverbrauch in 1000 Jahreskilowattstunden | | | | | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | durch Eigenerzeugung | | durch Fremdbezug | | Zusammen | | |
| | | | | 1914 | 1917 | 1914 | 1917 | 1914 | 1917 | 1914 | 1917 | |
| 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

demnach die Möglichkeit der Versorgung Nordbayerns aus eigenen Wasserkräften für die nächste Zukunft gegeben. In den 304 Millionen kWh. stecken nun 81 Millionen kWh. Bedarf als Folge der Umstellung der Großdampfkraftwerke Nordbayerns. Wird berücksichtigt, daß von den in Abb. 22 angegebenen 4 Großdampfkraftwerken 3 (Dettingen, Ponholz, Arzberg[1]) auf eigene oder in nächster Nähe lagernde Braunkohle eingestellt, also ebenfalls zur Versorgung heranzuziehen sind, so reduziert sich der demnächstige Bedarf auf 304 — 81 = 223 Mill. kWh., wobei obige 3 Werke die Erzeugung dieser 81 Mill. kWh. übernehmen. Dieser Bedarf von 223 Mill. kWh. ergibt sich wiederum erst ganz allmählich im Rahmen einer schrittweisen Umstellung bzw. Entwicklung. Daraus folgert, daß auch die Erschließung der nordbayerischen Wasserkräfte schrittweise erfolgen könnte, wobei die bezüglich ihrer Lage und Ausbauverhältnisse wirtschaftlichsten hydroelektrischen Energiequellen zuerst in Angriff zu nehmen wären. Um eine möglichst günstige Verteilung der Energiedarbietung über ganz Nordbayern von vornherein zu erhalten, hätte — wenn das Bayernwerknetz in seiner bisherigen Form nicht in Ausführung begriffen wäre — an eine Zusammenfassung aller nordbayerischen Energiequellen gedacht werden können mittels einer Sammelschiene, welche von Dettingen längs des Mains nach Oberfranken liefe und eine Zweigschiene über Nürnberg in die Oberpfalz (Ponholz) entsendete (mit evtl. Verlängerung zur Kachletstufe bei Passau). In Südbayern hätte zunächst eine Verbindung vom Walchenseekraftwerk über München zum Lech genügt.

Diese skizzenmäßig umrissene Lösung zeigt den großen Vorteil, daß sie nicht nur das Verhältnis zwischen Bedarf und Deckung leicht zu regulieren vermag und insbesondere die Energieverluste durch geeignete Auswahl der vorhandenen Energiequellen im Zusammenhang mit dem Bedarfszuwachs auf ein Minimum beschränkt, sondern daß sie sich enge anlehnt an die fortschreitend wachsende Energiedarbietung der nach und nach erstellten Kraftstationen der Rhein—Main—Donau-Wasserstraße aufwärts Aschaffenburg. Dadurch findet einerseits die allgemeine Elektrizitätsversorgung Nordbayerns eine glückliche Regelung, auf der anderen Seite erfährt das Kanalunternehmen eine sehr erwünschte wirtschaftliche Stützung. Die erheblichen Energiequellen, welche für Nordbayern durch die Großkraftwasserstraße erschlossen werden, und die durch die hydraulische Fernleitung eines Teiles der Lechwasserenergie in das Maingebiet (Lechzubringer!) einen weiteren Zuwachs erfahren, machen das nordbayerische Be-

[1]) Arzberg versucht seit Frühjahr 1922 die Verwendung der Schirndinger Braunkohle an Stelle der bisher benutzten böhmischen Kohle.

darfsgebiet für eine sehr große Reihe von Jahren zum Selbstversorgungsgebiet, selbst wenn die verhältnismäßig kleinen Braunkohlenlager nach und nach für die Überlandversorgung mit Strom ausschalten. Eine Verbindung mit Südbayern in späteren Jahrzehnten wäre damit immer noch möglich gewesen.

Da schließlich der Schiffahrtskanal auch für fernere Zukunft seine allgemeine volkswirtschaftliche Bedeutung behält, während hinsichtlich der Gestehungskosten für kalorische, hydraulische oder sonstige Energie der Zeitfaktor erhebliche Verschiebungen bringen kann, gewinnt die vorstehend skizzierte Lösung auch zufolge dieser Erwägungen erhöhte Bedeutung.

## 2. Folgerungen für das bayerische Kohlenproblem.

Die einleitenden Betrachtungen über das bayerische Kohlenproblem ließen drei Wege zu seiner Lösung erkennen. Sie gipfelten in der Forderung nach einer leistungsfähigen Wasserstraße, ferner in der Forderung nach einer weitschauenden, gesunden Energiewirtschaft, welche zunächst die weiße Kohle an die Stelle der schwarzen Kohle setzt, wenn aber eine solche Umstellung nicht in Frage kommen kann, die schwarze Kohle ökonomischst verwertet. Die energiewirtschaftliche Bedeutung der Wasserstraße sowohl, als auch die ökonomische Verwendung der Kohle waren dabei abhängig von dem Umfange der Reduzierung des Kohlenkonsums, der aus der Umstellung von kalorischer Energie auf Wasserkraftenergie resultierte. Dadurch mußte das Hauptgewicht bei der Untersuchung in erster Linie auf die Umstellungsmöglichkeiten gelegt werden. Diese erfuhren denn auch eine eingehende Würdigung von der wirtschaftlichen und der technischen Seite her.

Um die Ungewißheit, welche technische oder wirtschaftliche Möglichkeiten in sich bergen, tunlichst auszuschalten, wurden dabei die derzeitigen Verhältnisse, insbesondere der Stand der Technik von heute, zur Basis genommen. Das Ergebnis der vorgenommenen Untersuchung führt unter vorstehenden Voraussetzungen zu der Erkenntnis, daß die Heranziehung der hydroelektrischen Energie die kalorische Energie als reine Trägerin von Kraft zu ersetzen vermag, daß die Kohle dagegen für Wärmezwecke aus wirtschaftlichen, da und dort auch aus rein technischen Gründen heute noch unentbehrlich ist. Die Schlußbetrachtungen über das Gewerbe haben diese Verhältnisse mit Zahlen illustriert. Dort wurden auch bereits die Folgerungen aus diesem Ergebnis für das bayerische Kohlenproblem gezogen. Es standen dafür allerdings noch die Einsparmöglichkeiten bei den übrigen Energieverbrauchern aus. Soweit diese in vorliegender Studie noch erfaßt wurden, vermögen sie nicht viel dazu beizutragen, den Kohlenbedarf wesentlich zu verkleinern, indem sie elektrischen Strom an die Stelle der Kohlenenergie setzen — mit einziger Ausnahme der Eisenbahn. Durch die Elektrisierung der auf S. 96 angegebenen Linien dürften bei einem Verkehr gleich jenem des Jahres 1906/07 etwa 40—45000 t Ruhrkohle der Volkswirtschaft erhalten bleiben, bei einer 70prozentigen Verkehrssteigerung etwa 70—75000 t. Der Friedenskohlenverbrauch der bayerischen Eisenbahnen wird mit etwa 1,2 Millionen t angegeben. Die vollständige Umstellung der Bahnen auf hydroelektrische Energie würde demnach einem Minderverbrauch von 1,2 Millionen t Kohle gleichkommen, das sind etwa 12 % des Gesamtbrennstoffbedarfs Bayerns vom Jahre 1919. Bei Berücksichtigung des Heizwertes erhöht sich dieser Prozentsatz noch wesentlich. Es liegen aber die Verhältnisse nicht so günstig, daß schon in naher Zeit mit dieser merklichen Entlastung des bayerischen Kohlenkonsums gerechnet werden könnte. Zusammenfassend wird also die Heranziehung der Wasserkräfte zum

Ersatz der Kohle nicht viel mehr als rund 10 % des Gesamtbrennstoffbedarfes entbehrlich machen, so daß die Rhein—Main—Donau-Wasserstraße und die Maßnahmen zur wirtschaftlichen Verwertung der Brennstoffe im Rahmen des bayerischen Kohlenproblems einen hervorragenden Platz einnehmen. Leider vermögen aber alle diese Mittel das bayerische Wirtschaftsleben derzeit nicht vollkommen von dem Drucke zu befreien, der seine tiefste Ursache in den natürlichen Bedingungen des Landes hat, insbesondere in der Kohlen- und Rohstoffarmut.

---

# Literaturverzeichnis.


Barth, Fr.: Wahl, Projektierung und Betrieb von Kraftanlagen. Berlin: Julius Springer 1919.

Benetsch, A.: Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Torfmoore und Wasserkräfte. Berlin: Franz Siemensroth 1914.

Besemfelder, Dr. E. R.: Die staatswirtschaftliche Verwertung der Kohle. Berlin: C. Heymann 1919.

Blasberg, Dr. Eug.: Die Steinkohlenversorgung Bayerns. München 1910.

Block, Berthold: Das Kalkbrennen im Schachtofen mit Mischfeuerung. Leipzig: Otto Spamer 1917.

Brabbée, Dr. techn. Karl: Deutschlands zukünftige Kohlenwirtschaft. Das Kohlenwirtschaftsinstitut. Berlin: Julius Springer 1918.

Brüggemann, H.: Die Spinnerei, ihre Rohstoffe, Entwicklung und heutige Bedeutung. Leipzig: Otto Spamer 1901.

Claußen, E.: Die Kleinmotoren. Berlin: G. Siemens 1908.

Coermann, W.: Gesetz, betreffend die Sozialisierung der Elektrizitätswirtschaft vom 31. Dezember 1919. München-Berlin: Oldenbourg.

Danner, Dr. H.: Die Bedeutung der Binnenschiffahrt für die Volkswirtschaft und deren Wiederaufbau. Charlottenburg 1921.

Dettmar, Dr.-Ing. e. h. G.: Die Beseitigung der Kohlennot. Berlin: Julius Springer 1920.

Demuth, Th.: Mechanische Technolog e der Metalle und des Holzes. Wien u. Leipzig: Fr. Deuticke 1917.

Eheberg, K. Th. v.: Bayerns wirtschaftliche Entwicklung in den letzten 25 Jahren. Jg. 1911 der Annalen des Deutschen Reiches.

Gerbel, M.: Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie. Berlin: Julius Springer 1920.
— Moderne Bestrebungen bei der wirtschaftlichen Verwertung der natürlichen Energiequellen. Wien: Lehmann & Wentzel 1912.

Goerges, Dr. Hans: Elektrische Öfen. Sammlung Göschen 1914.

Graetz, Dr. L.: Die Elektrizität und ihre Anwendung. Stuttgart: S. Engelhorns Nachfl. 1912.

Grahl, de: Wirtschaftliche Verwertung der Brennstoffe, 2. Aufl. München—Berlin: R. Oldenbourg 1921.

Halbfaß, Dr. W.: Deutschland, nutze deine Wasserkräfte! Leipzig: Verlag „Das Wasser" 1919.

Hallinger, Joh.: Bayerns Wasserkräfte und Wasserwirtschaft. Dießen vor München: J. C. Huber 1918.

Hausbrand: Wärmewirtschaft in der Lederindustrie. Hauptstelle für Wärmewirtschaft. Ver. deut. Ing. 1921.

Heinke, Dr.-Ing. W.: Handbuch der Papiergarnspinnerei und Weberei. Berlin: Berg & Schoch 1917.

Herberg, Dr.-Ing. G.: Feuerungstechnik und Dampfkesselbetrieb. Berlin: Julius Springer 1919.

Herrmann: Steinbruchindustrie und Steinbruchgeologie. Berlin: Gebr. Bornträger 1916.

Hoyer, E. von: Mechanische Technologie, I. u. II. Bd., 2. Aufl. Wiesbaden: C. W. Kreidel.

Jüptner, Hanns v.: Lehrbuch der chemischen Technologie der Energien. Leipzig u. Wien: F. Deuticke 1906.

Koehn, Th.: Ausbau der Wasserkräfte. Handb. d. Ing.-Wissensch. III. Teil, Bd. 13. Leipzig: W. Engelmann 1908.
Ludin, Dr.-Ing. A.: Die Wasserkräfte. Berlin: Julius Springer 1913.
— u. Dr.-Ing. Dr. rer. pol. W. G. Waffenschmidt: Über Wertberechnung von Wasserkräften. Berlin: Julius Springer 1921.
Mattern, E.: Die Ausnutzung der Wasserkräfte. Leipzig: Wilhelm Engelmann 1921.
Meyer, Karl: Technologie des Maschinentechnikers. Berlin: Julius Springer 1919.
Neumann, H.: Die Verbrennungskraftmaschinen. Leipzig: Janicke 1913.
Osann, B.: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde, I. Bd.: Roheisenerzeugung. Leipzig: W. Engelmann 1915.
Osel, Heinrich: Zur Entwicklung von Bayerns Industrie und Handel. Dießen vor München: J. C. Huber 1917.
Ost, Dr. H.: Chemische Technologie. Hannover: Gebr. Jänecke 1900.
Philippi, W.: Elektrizität im Bergbau. Düsseldorf 1910.
Polysius, G.: Neuzeitliche Zementfabriken. Dessau 1910.
Rodenhauser u. Schönawa: Elektrische Öfen in der Eisenindustrie. Leipzig: Oskar Leiner.
Rümelin, Dr.-Ing. Th.: Was soll mit dem Ausbau der Mittleren Isar erreicht werden? München: Gebr. Parcus 1919.
Schmidt, Dr. F.: Wirtschaftlichkeit in technischen Betrieben. Berlin u. Leipzig: Ver. wiss. Verl. 1921.
Schneider, Dr.-Ing. L.: Die Abwärmeverwertung im Kraftmaschinenbetrieb mit besonderer Berücksichtigung der Zwischen- und Abdampfverwertung zu Heizzwecken. 3. Aufl. Berlin: Julius Springer 1920.
Seitzew, Dr. M.: Die Kosten der Wasserkräfte und ihre Abhängigkeit von der Höhe des Arbeitslohnes. Zürich: Rascher & Co. 1919.
— Die Motorenstatistik. Ihre Methode und ihre Ergebnisse. Eine Studie aus dem Gebiete der internationalen Wirtschaftsstatistik. Zürich: Rascher & Co. 1918.
Siemens, Georg: Kraftmaschinen und Kraftübertragung. Kempten u. München: Kösel 1909.
Steller: Der wirtschaftliche Wert einer bayerischen Großschiffahrtsstraße. München 1908.
Stephinger, Dr. Ludwig: Wert und Geld. Grundzüge einer Wirtschaftslehre. Tübingen: J. C. Mohr 1918.
Streeb, Dr. E.: Die Elektrizitätsversorgung Bayerns. Dießen vor München: J. C. Huber.
Weidner, Heinrich: Die Portlandzementfabrik, ihr Bau und ihr Betrieb. Berlin: Verl. Tonindustriezeitung 1909.
Wichelhaus, Dr. H.: Chemische Technologie. 4. Aufl. Dresden u. Leipzig: Steinkopf 1919.
Die Aufbereitung der Kohle nach neuesten Grundsätzen. Maschinenfabrik Fr. Gröppel. Bochum 1918.
Grundriß der Sozialökonomik, II. Abt. Tübingen: J. C. Mohr 1914.

## Beiträge zur Statistik Bayerns.

Heft 73: Die Dampfkraft in Bayern. Nach dem Stande vom 13. Dezember 1907. Jg. 1909.
Heft 81: Die Landwirtschaft in Bayern. Nach der Betriebszählung vom 12. Juni 1907. Jg. 1910.
Heft 82: Gewerbe und Handel in Bayern. Nach der Betriebszählung vom 12. Juni 1907. Jg. 1910.
Heft 87: Die land- und forstwirtschaftliche Bodenbenutzung in Bayern nach der Erhebung vom Jahre 1913.
Heft 90: Die Kriegszählung der gewerblichen Betriebe am 15. August 1917 in Bayern. Jg. 1919.
Die gewerblichen Betriebe Münchens. Ergebnisse der gewerblichen Betriebszählung vom 12. Juni 1907.
Statistische Jahrbücher für das Deutsche Reich.
Statistische Jahrbücher für Bayern.
Statistische Jahrbücher der Stadt Nürnberg.
Statistik der Vereinigung der Elektrizitätswerke für die Betriebsjahre 1914, 1915, 1916, 1917, 1919.

Bericht über den Stand der Wasserkraftausnutzung und Elektrizitätsversorgung in Bayern in den Jahren 1910 und 1911. Herausgegeben vom Staatsministerium des Innern.

Die Wasserkraftwirtschaft in Bayern. Herausgegeben vom Staatsministerium des Innern usw. München 1921.

Bayernwerk zur einheitlichen Versorgung des rechtsrheinischen Bayerns mit Elektrizität. Von Oskar v. Miller. Februar 1918.

Das Walchenseekraftwerk. Herausgegeben vom Staatsministerium des Innern, Oberste Baubehörde. Abteilung für Wasserkraftausnutzung und Elektrizitätsversorgung, 1921.

Denkschrift über den Großschiffahrtsweg Rhein—Main—Donau. Herausgegeben vom Main-Donau-Stromverband. München 1920.

Umfang und Bedeutung der österreichischen Wasserstraßen. Herausgegeben vom Zentralverein für Fluß- und Kanalschiffahrt in Österreich. Wien u. Leipzig: Fr. Deuticke 1918.

Denkschrift über die Einführung des elektrischen Betriebes auf den bayerischen Staatseisenbahnen. Herausgegeben vom Staatsministerium für Verkehrsangelegenheiten. München 1908.

Die Kohlenwirtschaft Bayerns bis Ende 1920. Im Auftrage des Bayerischen Staatsministeriums für Handel und Gewerbe. Herausgegeben von der bayerischen Landeskohlenstelle und vom bayerischen Oberbergamt, 1921.

Die wirtschaftliche Entwicklung Bayerns und die Verwaltung von Handel, Industrie und Gewerbe. Denkschrift der Handelskammer München von Dr. Julius Luebeck. München u. Leipzig 1919.

Zeitschrift des bayerischen statistischen Landesamts, 1913, Heft 1.
Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. Jg. 1912—1918.
Zeitschrift des Hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1919, Heft 3.
Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins 1920, Heft 38/39.
Zentralblatt der Bauverwaltung 1920, Heft 69.
Schweizerische Bauzeitung 1908, 1909, 1921.
Die Wasserkraft. Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft 1920, 1921.
Schweizerische „Wasserwirtschaft" 1915.
Elektrischer Kraftbetrieb und Bahnen.
Zeitschrift für Elektrotechnik und Maschinenbau. Jg. 1913—1916.
Technik und Wirtschaft. Monatszeitschrift des Ver. deutsch. Ing. 1918, 1919, 1920.
Der Betrieb, 1918/19, 1919/20.
Bayerische Industrie- und Handelszeitung 1921, Nr. 12 u. 13.
Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt 1916 mit 1921.

---

Druck von C. G. Röder G. m. b. H., Leipzig. 842323.